Centre de Palethnologie Stratigraphique "ERURI"

DIALEKTIKÊ

CAHIERS DE TYPOLOGIE ANALYTIQUE

1977

Centre de Palethnologie
Stratigraphique «ERURI»
Maison d'Ossau
64260 ARUDY

C. Baylon
J. Delfaud
J. Estevez
G. Laplace
A. Vila

Publié avec le concours de l'Université de PAU
- Institut Universitaire de Recherche Scientifique -

Il nous semble opportun de rappeler l'avertissement contenu dans la préface du premier "Cahiers de Typologie analytique" (1972): cette publication n'est pas une revue de préhistoire sensu stricto, mais un outil de recherche destiné à faire connaître les idées et les travaux les plus notables, présentés au cours des Séminaires annuels tenus au Centre de Palethnologie stratigraphique d'Arudy dès 1969, par les chercheurs français et étrangers qui oeuvrent dans l'esprit de la typologie analytique.

On peut trouver aussi dans "Dialektikê" des exposés méthodologiques se référant à diverses disciplines : ces exposés ont été demandés par les participants aux séminaires dans le but de susciter discussions et réflexions sur notre propre discipline.

Nous signalons à nouveau les précieux matériaux d'"Archivio di Tipologia analitica" (Responsable : Dott. Paolo Gambassini - Istituto di Antropologia e Paleontologia Umana - Via delle Cerchia, 5 - 53100 SIENA - Italie). Cette publication, tout à fait originale, porte à la connaissance des chercheurs l'analyse qualitative in extenso d'industries préhistoriques difficiles à inclure dans le cadre des revues classiques en raison de leur ampleur et, de ce fait, constitue une véritable banque des données.

Sommaire

BAYLON C. - L'analyse sémique ..... p. 1

DELFAUD J. - Réflexions sur le rôle de la forêt dans l'évolution des écosystèmes ..... p. 8

ESTEVEZ J. - Analyse structurale et analyse paleth-nologique de la faune provenant de gisements préhistoriques ..... p. 15

LAPLACE G. - Notes de typologie analytique. Orientation de l'objet et rectangle minimal ..... p. 32

VILA A. - Analyse fonctionnelle et analyse morpho-technique ..... p. 54

Responsable :

Delia Brusadin-Laplace
"Le Saule" - Rue des Tisserands
64800 COARRAZE

L'ANALYSE SEMIQUE

Christian Baylon

Dans l'exposé-débat sur la sémantique linguistique, plus particulièrement sur la sémantique "référentielle", trois points sont abordés :

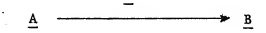
- une définition de la linguistique ;
- une définition de la sémantique et sa place dans la linguistique
- l'analyse sémique ;

on résumera ici l'exposé sur ce dernier point en raison de son aspect méthodologique.

I. L'EXPOSE

On traitera d'une sémantique référentielle, c'est-à-dire d'une théorie linguistique qui fait coïncider le signifié d'un signe linguistique avec quelque chose d'extérieur à ce signe, le référent. Ce qui fait de ce quelque chose un référent n'est pas une quelconque de ses propriétés intrinsèques, mais simplement le fait de préexister comme signifié avant que le signe le dénote. Ce référent peut être soit un objet physique ou une de ses qualités observables, soit un concept ou une idée.

Une théorie sémantique référentielle peut être représentée de la manière suivante :



A indique l'ensemble des signes possibles d'une langue déterminée, B un ensemble d'objets ou de référents, et X une loi sémantique qui met en relation les éléments de A avec les éléments de B. Le signifié d'un élément de A est égal à un ou plusieurs des éléments de B.

Elle offre peut être une certaine analogie avec le travail du préhistorien qui tente d'établir une classification des objets. Cette sémantique référentielle conçoit la langue comme une nomenclature : un ensemble de noms étiquettes correspondant d'une façon bi-univoque à un ensemble préexistant de référents. Mais, en linguistique, on distingue sens et référent, référent et signifié.

1. L'inspiration phonologique.

Comme la phonologie pragoise, quand elle dégage des traits pertinents à titre d'unité ultimes, on essaiera de ramener les signifiés à des faisceaux (sémèmes) de traits élémentaires (sèmes). Ainsi le sémème de labeur peut se décomposer en sèmes :
labeur = s1 "effort" + s2 "résultat" + s3 "utilité" + s4 "pénible".

De cette inspiration il résulte que les sèmes sont des unités discrètes (discontinues), que les notions opératoires de la phonologie (variante, neutralisation, commutation,...) sont applicables à la sémantique. Par exemple, si l'on remplace le s4 de labeur par le s5 "imposé par besoin", on obtient un nouveaux lexème besogne (s1 + s2 + s3 + s5). Il résulte également que la priorité sera donnée aux rapports paradigmatiques. L'unité formellement indécomposable est décomposable sémantiquement en unités de signification qu'on appelle sèmes, lesquels sont commutables séparément.

2. Effectifs des sèmes et structuration du lexique.

2.1. Sur le plan de l'expression, les signifiants (d'inventaire illimité) sont réductibles à quelques dizaines d'éléments, les phonèmes: évidence qui est démontrée depuis l'antiquité par l'existence des écritures alphabétiques. Les phonèmes peuvent ensuite être ramenés à un nombre encore moins grand de traits pertinents, qu'on peut décrire à l'aide d'une science à base physique, la phonétique articulatoire ou acoustique.

2.2. Sur le plan du contenu, il n'y a aucune évidence de cet ordre. Dans une langue donnée, les sèmes sont certainement plus nombreux que les phonèmes. Si leur inventaire n'est pas limité (ce qu'on ignore), la réussite de l'analyse sémique ne saura être que partielle. On ne dispose pas d'une discipline autonome (non linguistique) pour décrire ces sèmes.

2.3. L'étendue du lexique empêche qu'on puisse d'emblée le représenter sous l'aspect d'une structure unique. On le fragmente en micro-structures (champs) qu'on tentera ensuite de relier en macro-structures (structures de structures).

Ce type d'analyse sert surtout à l'étude de la synonymie : on définit un champ notionnel (conceptuel) sur une base extra-linguistique (ex. : l'ensemble des animaux domestiques) ou un champ lexical sur une base linguistique ("les mots d'une même classe grammaticale qui ont une

distribution identique" ou "une structure paradigmatiquement constituée par des unités lexicales se partageant une zone de signification commune et se trouvant en opposition immédiate les unes avec les autres" - ex. : tous les mots désignant une couleur et qui peuvent commuter avec vert dans le mur est vert). L'expression de champ sémantique suppose une certaine coïncidence entre un champ lexical et un champ notionnel, mais cette coïncidence est souvent difficile à établir avec précision.

Certains champs, qui ont une base physique, ont des limites plus ou moins naturelles (tel celui des couleurs) ; quand le niveau physique fait défaut, il n'existe aucune certitude, comme dans le cas de la plupart des termes abstraits. En outre, il semble qu'un même signe puisse appartenir à divers champs : rouge appartient en fr. au champ de la couleur, mais aussi à celui des opinions politiques. A l'inverse, l'appartenance à des champs différents peut indiquer qu'il s'agit de signes différents, étant donné l'existence des homonymes (signes à signifiants identiques mais à signifiés différents).

3. Mise en oeuvre

3.1. Empruntons à Pottier l'exemple du champ lexico-notionnel des noms de siège :

lexème	pour s'assoeir s1	sur pied s2	pour une personne s3	avec dossier s4	avec bras s5	matériau rigide s6
siège	+	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
chaise	+	+	+	+	-	+
fauteuil	+	+	+	+	+	+
tabouret	+	+	+	-	-	+
canapé	+	+	-	+	Ø	+
pouf	+	-	+	-	-	-

Les sèmes sont positifs (+), négatifs (-) ou n'entrent pas en compte (Ø). On a un sème commun à l'ensemble : s1 qui est le sémème de siège et l'archisémème ou noyau sémique de l'ensemble. Quand l'archisémème d'un champ est ainsi le sémème d'un signe, ce signe est l'archilexème du champ.

Dans d'autres champs, il n'existe pas d'archilexèmes. D'une façon générale, une microstructure lexicale ne comporte pas automatiquement un lexème pour chaque sémème possible (ce qui accroît l'incertitude de l'analyse, en lui retirant sa base formelle). Un sémème n'appartient à la forme du contenu, d'après Pottier, que si un signifiant lui correspond ; autrement, il n'appartient qu'à la substance du contenu.

3.2. On a donc, pour Pottier, en ce qui concerne le contenu :

substance du contenu ou sémème	sémantème	: ensemble de sèmes spécifiques
	classème	: ensemble de sèmes génériques
	virtuème	: ensemble de sèmes virtuels

Dans l'ensemble étudié, si doit faire partie du classème : le classème définit en effet un champ. Mais on pourrait y faire entrer d'autres sèmes : "animé", "objet fabriqué", "matériel", "discontinu", ... ; comment arrêter exactement la liste ? Pour ce qui est du virtuème, soit l'énoncé, Xavier s'est assis dans un fauteuil de PDG, la signification de fauteuil inclut l'idée de situation sociale élevée, qui sera absente dans d'autres emplois du signe. Les sèmes virtuels s'actualisent ou non selon les emplois. Cette instabilité laisse donc une place trop grande à l'arbitraire dans l'établissement de leur liste. Les autres sèmes font partie du catégorème (forme du contenu : lexème et grammème).

3.3. Peut-on procéder ainsi pour toutes les parties du lexique ? Peu d'analyses ont encore été faites : elles se limitent à des champs privilégiés à substance structurée. Pour d'autres champs, les analyses restent peu convaincantes : graves incertitudes, sentiments d'arbitraire dans leur délimitation et le choix des sèmes.
Pour une critique raisonnée de l'analyse sémique, on consultera :
- Todorov, Recherches sémantiques, dans Langages, n.1, mars 1966, p.11-18.
- Bonnet et Barreau, L'esprit des mots, l'école, 1974, p. 260-279.

4. Les relations paradigmatiques entres signes.

4.1. Une fois les signifiés analysés en sèmes, on a quatre types possibles de rapport entre deux signifiés :

- disjonction : aucun sème commun ;
- inclusion : les sèmes d'un des deux font tous partie des sèmes de l'autre ;
- équipollence : dans chaque signifié, une partie seulement des sèmes appartient à l'autre signifié ;
- identité : si deux signifiés sont composés des mêmes sèmes, leur dualité disparaît.

Entre deux signifiants, il suffit de distinguer rapport de différence et rapport d'identité (dans ce deuxième cas, on parle d'homonymie).

4.2. Parmi les six combinaisons possibles entre disjonction, inclusion et équipollence des signifiés d'une part, différence et identité des signifiants d'autre part (par exemple, équipollence des signifiés, différence des signifiants : cas de chaise/fauteuil, l'un ayant en propre le sème -s5, l'autre le sème +s5), certaines font problème : il semble difficile d'admettre une inclusion des signifiés avec homonymie (identité des signifiants). Dans le cas où on peut songer à une équipollence des signifiés avec homonymie, on dispose souvent d'une autre solution : admettre qu'on a affaire à un seul signifié (donc, à un seul signe), la diversité étant due au virtuème. C'est le problème de la distinction entre homonymie et polysémie, souvent bien difficile à trancher : par exemple, existe-t-il en français un, deux ou trois signes cartel ?

4.3. Les difficultés tiennent à la commutation, qui consiste, en sémantique comme en phonologie, à vérifier les différences douteuses sur un plan grâce aux différences apparaissant nettement sur l'autre plan : toute homonymie fait échouer la commutation comme procédure de vérification sémantique, puisqu'on ne peut plus appuyer une différence sémantique douteuse sur une différence phonologique certaine, ni conclure de l'indifférenciation sur le plan de l'expression à une indifférenciation sur le plan du contenu.

5. Conclusions.

L'analyse sémique est une méthode séduisante et commode, mais difficile à généraliser et, parce qu'elle manque de procédure de vérification, encore subjective. Elle part de la référence des mots et non de leur sens ; elle considère chaque mot comme monosémique, ce qui ne se réalise pratiquement jamais dans le langage. Elle met cependant en lumière deux principes importants : "le sens d'un mot n'est pas une unité indivisible mais composée, les mêmes sèmes se retrouvent tout au long du vocabulaire" (Todorov).

II. LE DEBAT

Les questions posées par les stagiaires portent sur les points suivants :

a) le problème de l'origine de langues

b) les théories sur l'origine ;

c de la linguistique à la préhistoire : l'indo-européen.

a) et b) : sur l'origine du langage, "du point de vue du linguiste, la contemplation des millénaires de la préhistoire fait apparaître insoluble le problème de l'origine du langage (A. Tovar, 1964, Linguistics and Prehistory, dans Word 10, T. 2-3, p. 333-350).

G. Révész (Origine et préhistoire du langage), Payot, 1950) énumère toutes les théories sur l'origine du langage.

- Thèse théologique : le langage est un don de dieu.

- Thèses biologiques : - le langage est né lentement de l'évolution des mouvements et des sons spontanément expressifs (pooh-pooh theory) des émotions chez l'animal et chez l'homme ;

  - ou bien, il est le produit de l'imitation des cris ou bruits naturels (bow-wow theory).

- Thèses anthropologiques : - l'origine du langage est attribuée aux corrélations symboliques entre la valeur impressive d'une production sonore et son sens (ding-dong theory) ;

  - elle est attribuée aux émissions sonores accompagnant l'effort musculaire (yo-he-ho theory) ;

  - elle est attribuée au développement du premier babil enfantin, soit à celui du chant ou même des gestes expressifs.

- Thèses philosophiques : elles soutiennent soit que le langage est inné, soit qu'il est acquis, soit qu'il résulte d'une invention volontaire mais fortuite, ou d'une découverte non moins accidentelle.

- Thèses diverses : elles s'appuient sur l'acquisition du langage par l'enfant, ou sur les formes linguistiques observées chez les peuples primitifs ou sur la pathologie du langage.

La conclusion de Révész n'est que la démonstration laborieuse d'une évidence admise implicitement par tout le monde : le langage procède de "la tendance fondamentale et innée observée chez les êtres vivants en communauté, à se rapprocher, à sympathiser, à travailler ensemble, à se comprendre réciproquement" (p. 92).

Des travaux récents (R. A. SPITZ, le oui et le non, la genèse de la communication humaine, PUF, 1962, VII, 132 p. ; BENVENISTE, Communication animale et langage humain dans Diogène, I, 1952, p. 1-18) ont fondamentalement rajeuni le problème dans son traitement, mais la solution semble encore plus lointaine et moins accessible qu'auparavant.

c) la linguistique n'a jamais renoncé à remonter aussi haut que possible dans la préhistoire grâce à ses propres méthodes :

- au moyen des procédures toujours plus rigoureuses de la reconstruction, elle peut reconstituer des états de langue qui remontent beaucoup plus loin que les premiers textes connus. En témoignent les reconstructions de l'indo-européen commun, au III° millénaire avant J.C. (cf. A. MEILLET, Introduction à l'étude comparative des langues indo-européennes, réed. 1954 ; H. KRAHE, Indogermanische Sprachwissenschaft, Berlin, 1959 ; BENVENISTE, Le vocabulaire des institutions indo-européennes, Gallimard). En fait, comme instrument de pénétration dans la préhistoire, la linguistique peut seulement se proposer d'en explorer les franges afin de "jeter quelques lumières sur les parties de la préhistoire pour lesquelles les textes sont complètement absents" (TOVAR, cité, p. 336). Il arrive fréquemment que les

reconstructions linguistiques relatives à une période anté-historique ne puissent être reliées ni à des vestiges archéologiques, ni à des vestiges anthropologiques. Comme pour l'indo-européen, on ne sait véritablement ni où, ni par qui a été parlée la langue reconstruite (cf. Bloomfield, Le langage, Payot, p. 319). Les tentatives de localiser le berceau des peuples qui ont parlé l'indo-européen commun (grâce aux racines communes, dans les plus anciennes langues qui en sont issues, pour désigner des réalités végétales, animales ou sociales) restent toujours des conjectures et fragiles. On est loin aujourd'hui de l'assurance d'un A. Pictet, Les origines indo-européennes ou les Aryas primitifs. Essai de paléontologie linguistique, Paris, Sandoz, 688 p.).

- grâce à l'onomastique (cf. Baylon-Fabre, Les noms de lieux et les noms de personne, Klincksieck), elle considère le stock actuel des toponymes, oronymes, hydronymes, voire anthroponymes, en extrait tout ce qui peut être attribué sûrement à des étymologies de langues historiques attestées : latin, grec, ... Tout le problème est ensuite de travailler sur "le résidu toponymique qui échappe à toute explication par une langue connue" (Rostaing, Les noms des lieux, PUF 1952, et Essai sur la toponymie de la Provence). L'hypothèse est que les toponymes doivent recéler nombre de "fossiles" linguistiques car l'observation prouve que les occupants successifs d'un territoire adoptent souvent les noms de lieux déjà en usage à leur arrivée. C'est là dessus qu'on peut fonder la recherche de traces linguistiques dites préceltiques (ibères, ligures, ...) ou même pré indo-européennes. La validité de ce dernier terme est discuté : Fouché et Rostaing le défendent, Lebel (Principes et méthodes d'hydronymie française, Dijon, 1956) et P.Fabre (Hydronymie du Gévaudan, thèse 1978), restent infiniment plus prudents: "Les noms des grands cours d'eau français résistent ... nous ignorons tout des langues qui les ont produits".

- une autre tentative, scientifiquement sérieuse, est la lexico-statistique, ou glottochronologie. L'hypothèse de base est la suivante : le lexique d'une langue se renouvelle avec le temps ; des mots disparaissent, d'autres apparaissent. Observant ce mouvement sur des langues d'histoire connue, on croit pouvoir mettre en évidence que les termes disparaissent - sur de longues périodes - à vitesse constante : disons 20 % tous les 800 ans. On comprend qu'il puisse y avoir là une méthode alléchante, pour dater par exemple (lorsque deux langues sans histoire sont parentes) le moment de leur séparation, dont le calcul est fondé sur le pourcentage des racines de termes qui leur sont communes. Dans l'absolu, étant données les vitesses de disparition qu'on a cru constater, la remontée dans le temps n'excèderait jamais quelques millénaires. Mais la méthode reste très discutée, du fait notamment qu'appliquée à des langues dont l'histoire est bien connue, la glottochronologie donne des résultats aberrants (cf. les travaux de Coseriu). Cet instrument de remontée dans la préhistoire n'est pas encore au point.

LA DYNAMIQUE POST-GLACIAIRE DES PYRENEES OCCIDENTALES

Réflexions sur le rôle de la forêt dans l'évolution des écosystèmes

Jean Delfaud

La forêt est un écosystème encore largement développé à la surface de la planète. Dans les Pyrénées, elle occupe d'importantes surfaces bien qu'étant en régression. C'est un milieu intéressant car il présente les deux aspects des paysages montagnards : système "naturel" et système organisé par l'homme. En fait, seule la Préhistoire fournit la dimension nécessaire pour saisir l'emprise de l'homme, déjà largement acquise aux temps gallo-romains.

L'archéologie préhistorique est donc une science indispensable pour la compréhension des dispositions actuelles. Une étude historique doit remonter à la forêt tardiglaciaire et doit suivre ces vicissitudes en fonction du climat et de l'activité humaine. Un document analytique existe : les études pallynologiques, élément quantifié et "objectif" qui témoigne de la nature de la couverture végétale. Toutefois, les reconstitutions ne doivent pas se borner à la description des paysages. Elles doivent étudier les rapports entre l'homme et la forêt, donc envisager les paléoécosystèmes forestiers dans leur totalité.

I. LA DYNAMIQUE NATURELLE DES PAYSAGES

Par naturelle, nous entendons la dynamique réalisée en l'absence de l'homme. Elle repose sur une contradiction fondamentale : l'opposition entre milieux ouvert et fermé. Chaque paysage engendre ses mécanismes, constituant de véritables lois générales.

1. Deux paysages existent sur la planète :

   - Les aires ouvertes, à végétation arborée clairsemée (steppe, prairie, etc...)
   - et les domaines clos, forestiers.

Quand l'homme n'est pas responsable de ces dispositions, il s'y adapte, ce qui induit deux ethnosystèmes contradictoires : les systèmes ouverts sont le domaine des éleveurs plus ou moins nomades qui sont largement tournés vers l'extérieur, par contre, la forêt est le lieu de la ceuillette ou de l'agriculture de clairière, pour des groupes humains repliés sur eux-mêmes.

2. Ces deux paysages sont liés à deux climats :

En effet, dans une optique naturaliste négligeant l'intervention humaine, la cause principale de cette opposition est d'ordre climatique. C'est la différence entre climats humides et climats secs (sub-désertiques). Bien sûr, les reliefs montagnards nuancent ces différences, mais en plaine une opposition apparaît entre forêts tempérées, froides, tropicales d'une part, et les déserts froids (toundra), tempérés (continentaux) et chauds (tropicaux) d'autre part.

3. Historiquement, ces deux paysages se succèdent :

Au gré des pulsations climatiques, un même lieu est tout à tour envahi par la forêt puis recouvert par la végétation de type "steppique". Ce phénomène a été mis en évidence, il y a une trentaine d'années, en Afrique par Erhart qui l'a appelé ("Bio-rhexistasie"). En fait, il existe plusieurs types de Bio-rhexistasies, suivant les zones climatiques. C'est ainsi que durant le Quaternaire l'Afrique fut affectée par des alternances de phases pluviales à forêt et arides avec steppes tandis que l'Europe était marquée par le rythme couvert forestier tempéré/désert froid. Dans tous les cas, les allées et venues de la forêt constituent le facteur fondamental.

Ainsi la théorie de la Bio-rhexistasie constitue-t-elle une vision unitaire qui relie le climat, les paysages, les sédiments, la flore, la faune et qui contrôle les écosystèmes.

II. L'HISTOIRE POST-WURMIENNE DE LA FRANCE

Elle permet de saisir la naissance de la forêt actuelle.

1. Au Paléolithique Supérieur, essentiellement durant les Wurm III et IV, le paysage est ouvert. L'écosystème est celui des chasseurs de steppes froides, poursuivant les troupeaux de rennes, et des autres grands herbivores. Ce système a une forte productivité qui permet l'essor d'une culture ayant une activité artistique importante. Mais c'est un système fragile car unipolaire, basé uniquement sur la chasse. Il résistera mal aux changements climatiques.

2. Au Mésolithique, paradoxalement, l'amélioration du climat contribue à la dégérérescence de l'écosystème des chasseurs paléolighiques trop spécialisé. Les cultures se morcellent et régressent en complexes de prédateurs-chasseurs marginalisés. L'art disparaît du domaine Occi-

tano-cantabrique. Progressivement, la forêt envahit tout le territoire. Dans un premier temps, les concentrations humaines sont situées en lisière de cette forêt envahissante, le long des littoraux, des fleuves et au pied des montagnes. Puis l'homme se plonge dans la forêt et établit un écosystème complexe de prédation-chasse-récolte. Ce retour aux paysages clos constitue une régression vers un substrat dans lequel se forge les nouvelles cultures. On peut penser que les gros outils à la fin du Mésolithique (Montmourancien, Maglemosien) sont adaptés à ce mode de vie.

3. Le Néolithique correspond à l'émergence du nouveau système pluripolaire agro-sylvo-pastoral. En France, deux axes jalonnent la pénétration des nouveaux modes de vie : un axe septentrional venant du Danube et suivant les sols loessiques, et un axe méditerranéen sur les causses calcaires, lié aux éleveurs-agriculteurs- forestiers. Paradoxalement, dans ces plateaux calcaires les zones basses, trop boisées, sont évitées. Dans un tel système méridional qui arrive par la Provence et gagne les Grands Causses on reconnaît les trois pôles qui ont constitué l'écosystème méditerranéen : l'arger, la sylva et le saltus. Cette organisation tripolaire est horizontale en mosaïque, dans la France méridionale. Plus tard, elle s'imposera à la montagne, en ayant une logique verticale : les champs sont installés dans les vallées, les pentes sont occupées par la forêt et les zones pastorales sont situées en altitude.

Dans les Pyrénées occidentales, il ne semble pas que la phase néolithique véritable, agricole, ait eu un réel développement. Rapidement, le paysage fut partagé entre l'écosystème forestier et l'écosystème pastoral, plus ou moins nomade. C'est donc un appauvrissement du système, un pôle ayant dégénéré et disparu.

III. LE ROLE DE LA FORET

Il peut donc être défini très généralement, en considérant les écosystèmes ayant un pôle anthropique.

1. La place de la forêt dans un système tripolaire est figurée par le schéma 1. En fait, cette représentation doit être complétée par des flèches indiquant les interactions. Par exemple, le côté B du triangle correspond aux relations sylvo-agraires, souvent complémentaires (rôle de la forêt en tant que facteur d'équilibre des champs et rôle de l'agriculture dans l'amélioration des semis d'arbres) ; par contre le côté C illustre les rapports sylvo-pastoraux, parfois complémentaires (glandée et espace de parcours), souvent contradictoires (destruction des jeunes arbres par les troupeaux). Si on complète ces schémas par un diagramme qui illustre les activités dans le temps, tout au long de l'année (fig. 2), on voit que les activités forestières et agricoles sont complémentaires car n'intéressant pas les mêmes périodes, alors que le pastoralisme est globalement contradictoire avec les autres activités. Au total, le système tripolaire se transforme en un système bipolaire, marqué par l'antagonisme entre le pôle sylvo-agraire et le pôle pastoral. Dans les Pyrénées occidentales, c'est le pôle pastoral qui l'a emporté, ce qui matérialise le passage de la différence à la contradiction, puis à la destruction de l'un des pôles du couple dialectique.

2. Dans le détail, le rôle de la forêt est complexe. C'est un lieu de production de nourriture (fruits, gibiers). C'est un lieu de fourniture de matière première (le bois) qui est utilisée soit brute (matériaux de construction, de chauffage), soit sous une forme plus ou moins élaborée (outils, planches, etc...). C'est également un isolat, un lieu protégé où l'homme se réfugie dans les temps troublés. Mais c'est également un domaine qui engendre des attitudes psychologiques : la forêt est le siège de forces naturelles, du surnaturel, du mystère. Toute une mythologie est née des bûcherons, des chasseurs valorisant soit la force, soit le magique. Au total, la forêt est une matrice isolée, où la civilisation se réfugie en temps de crise et d'où elle est repartie. C'est donc un substrat profond commun à toutes les évolutions des cultures.

IV. DURANT LA PREHISTOIRE, A DEUX REPRISES, LA FORET A JOUE UN ROLE DE MOTEUR EVOLUTIF

Chaque nappe humaine et culturelle a été marquée, à des degrés divers, par la dynamique bio-rhexistasique, donc par l'écosystème forestier.

1. Au Quaternaire inférieur, l'individualisation, en Afrique orientale, des Australopithèques, illustre un exemple de cela. En effet, au début du Quaternaire, la forêt tropicale fut détruite par un premier climat aride (lié aux glaciations d'Europe ?). Les Archantropiens qui vivaient dans ce milieu protégé ont été confrontés à de nouvelles conditions plus dures, l'alimentation en fruits fournie par la forêt ainsi que la protection ayant disparus. Il a sûrement joué un rôle dans les mutations anthropologiques qui sont contemporaines. Et l'outil est apparu.

2. Un second exemple est fourni par le Quaternaire Moyen :

Nous savons que le groupe des Mésanthropiens est polymorphe. Certains sont essentiellement carnivores, liés à un paysage ouvert, d'autres sont vraisemblablement omnivores, associés à un paysage forestier. Une étude écologique du contexte des Sinanthropes aurait ainsi pu expliquer les différences observées dans les lots.

Au total, chaque nappe du Quaternaire Ancien, Moyen, Supérieur fut marquée par les changements climatiques et par l'action de la forêt. Mais la localisation générale a changée car c'était l'Afrique qui fut le siège de la première mutation tandis que les suivantes furent situées en Asie puis en Europe.

V. LA PLACE DE LA FORET DANS LA STRUCTURE DES ECOSYSTEMES SE DEGAGE

Il est évident que cette place, avec le temps échappe de plus en plus au déterminisme climatique pour n'être plus régie que par l'activité humaine.

1. Dans le système tripolaire, la forêt est associée aux pôles agricole et pastoral. Un bel exemple de cette combinaison est fourni par le système andin archaïque : les civilisations qui se sont succédées en Pérou-Bolivie avaient pour objectif une meilleure gestion écologique des diverses zones climatiques parallèles à la chaîne. L'apogée fut atteint lors du système incaïque qui associe cultures dans les oasis côtières, élevages des lamas sur les steppes d'altitude de la chaîne et exploitation de la forêt amazonienne.

Nous savons que ce système tripolaire peut dégénérer par perte d'un pôle. La contradiction s'instaure alors entre les deux activités restantes. Cette dynamique est la clef de toutes les cultures nomades, particulièrement de celles qui existaient autour de la Méditerranée.

2. L'enrichissement du système, par diversification et complexification, s'est manifesté à plusieurs moments.

Un système à cinq pôles est apparu durant l'âge du bronze en Europe, ajoutant à la trilogie agro-sylvo-pastorale un pôle artisanal (fabrication d'outils métalliques, de poteries et de tissus) et un pôle commercial.

Un système plus complexe lui a succédé, englobant des activités non directement productives telles que les fonctions de direction/défense et les fonctions de prédiction de saisons/religion. Une telle organisation en sept pôles a existé en Mésopotamie et dans les Andes. Dans ce dernier site, il a dégénéré par développement d'un antagonisme entre le pôle non productif théocratique/militaire et les activités productrices.

En règle générale de tels systèmes diversifiés, riches en potentialités, se constituent rapidement, à la suite d'une crise. Par la suite, leur lente évolution naturelle se traduit par une dégénérescence. Des pôles sont perdus et une contradiction fondamentale partage les anciens facteurs. Au total, l'évolution comprend une rapide phase de diversification et une lente pente de potentialités.

En conclusion :

Dans ce travail, nous venons d'examiner rapidement le rôle écologique d'un facteur : la forêt. Nous avons montré que c'est un élément important, participant aux évolutions tant naturelles qu'anthropiennes. C'est un milieu qui a ses caractéristiques et qui engendre des activités propres, lesquelles se combinent avec d'autres pôles (ruraux ou pré-urbains) pour constituer des systèmes complexes. Nous avons distingué les écosystèmes diversifiés, capables d'évoluer, et les systèmes appauvris, qui aboutissent à l'opposition de deux groupes de facteurs. Des exemples ont été pris dans l'histoire post-glaciaire des Pyrénées où l'on peut reconstituer la génèse d'écosystèmes qui se sont prolongés jusqu'au XVIIIe siècle.

D'un point de vue théorique, les exemples traités illustrent quelques idées fondamentales qui se ramènent à :

- la notion de structures qui évoluent,

- dans ces systèmes, l'existence d'interactions entre facteurs complémentaires ou contradictoires,

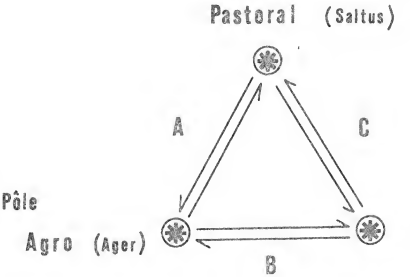
- ce passage de la différence à la contradiction,

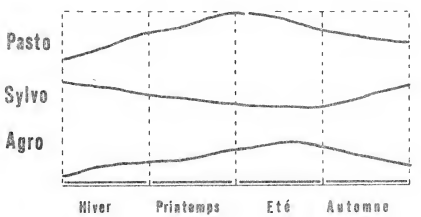
- la notion de systèmes qui évoluent de façon périodique, passant par des étapes analogues (et non identiques),

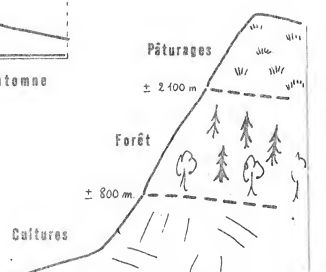
- l'évolution qui est soit continue, soit saccadée, le premier cas correspondant presque toujours à un appauvissement.

Nous retrouvons là des outils logiques très généraux qui servent à analyser le devenir de systèmes complexes dans lesquels l'homme joue un rôle actif.

PLACE DE LA FORET DANS LES ECOSYSTEMES







ANALYSE STRUCTURALE ET ANALYSE PALETHNOLOGIQUE DE LA FAUNE PROVENANT DE GISEMENTS PREHISTORIQUES

Jordi Estévez

L'évaluation des restes de faune des gisements archéologiques doit s'appuyer non seulement sur la Paléontologie sensu lato (Paléontologie évolutive, Paléobiochronologie, Paléobiogéographie, Paléoécologie) mais aussi sur la Palethnologie.

On commence par séparer les restes provenant de l'action des hommes de ceux provenant de toute autre action (Taphonomie), en tenant compte de la nature du gisement (problème peu important dans le cas de champs et villages où l'apport naturel est presque nul, et très important en grotte où interviennent différents agents), et des espèces elles-mêmes (étude facile pour les grands herbivores, mais plus difficile pour les petits mammifères et les oiseaux). On tient compte de la sédimentologie, des caractères topographiques, de la structure propre du gisement et de son environnement, de la distribution et de la connexion des ossements, et enfin de la comparaison avec d'autres gisements où il n'y a pas eu d'intervention humaine (par exemple, on trouve dans des grottes de montagne des restes de bouquetins qui n'impliquent pas forcément une activité de chasse).

L'étude de la faune nous renseigne sur le climat, la chronologie, la distribution dynamique interne et externe de l'habitat. Mais surtout, étudier les restes faunistiques c'est étudier le produit d'un travail humain (recherche de nourriture essentiellement), il est donc utile et nécessaire de mettre en relation l'étude de la faune et l'étude de l'industrie (c'est-à-dire des moyens de travail). Tout ceci montre que la meilleure façon de réaliser ces études est d'employer la même systématique pour la faune et pour l'industrie (analyse quantitative, objective).

Actuellement, la méthode qui nous approche avec plus de précision à la connaissance de la dynamique des complexes lithiques est celle proposée par G. Laplace et développée dans les Séminaires d'Arudy. Dans le but de mettre en relation les résultats de l'analyse lithique et faunis-

tiques, nous avons tenté d'appliquer cette démarche au matériel faunique et nous avons constaté ses surprenantes possibilités.

L'étude de la faune ainsi comprise comporte 2 sortes d'analyse :

1) analyse du produit du travail lui même,

2) analyse de sa relation avec les moyens de travail.

Le premier comprend différents aspects :

a) pour un seul gisement : composition de la faune à un moment donné (dynamique structurale du complexe faunistique), et succession des ensembles de faune (dynamique de la séquence structurale) ;

b) pour plusieurs gisements (analyse structurale comparée d'un moment donné et analyse comparée des séquences).

On peut aussi étudier d'autres données telles que les quantités absolues ou relatives de biomasses obtenues.

Dans le second type d'analyse, on effectuerait la comparaison des séquences industrielles et faunistiques.

I. LE PROBLEME DU CHOIX DE L'UNITE

Ce problème est très important. Dans la recherche sur la faune préhistorique on emploie :

- le poids des ossements,
- le nombre des restes déterminés (NR),
- le nombre minimal d'individus par espèces (NMI).

Sans entrer dans la polémique soulevée à ce sujet par différents auteurs, je me bornerai à quelques réflexions.

Pour le poids, outre des problèmes plus ou moins importants comme le degré de fossilisation, porosité, la fragmentation etc., il y a, à mon avis, un inconvénient majeur : le poids est une variable continue, ce qui nous empêche d'utiliser l'algèbre discrète, et il est donc difficile de faire l'analyse avec la méthode quantitative employée dans l'industrie lithique. Mais le poids des ossements peut servir au calcul des biomasses (voir, par exemple, les travaux de H.P. Uerpmann).

Entre les deux autres critères, nombre de restes et nombre minimal d'individus (qui peut être, selon Poplin 1976, p. 127, normal, épuisé ou mixte) la relation a été étudiée par P. Ducos (1968-75) et F. Poplin (1975-76). De la discussion on peut déduire que cette relation n'est pas proportionnelle (pour le premier, la relation est : $NMI = b.NR^a$ où $a > 1$) ; pour le second, la relation est polyfactorielle et dépend de chaque "locus"). Il faut donc choisir et pas confondre les deux. Bien entendu, le NMI a un effet pondérateur sur le NR, et on arrive en général à des résultats semblables.

L'inconvénient de la première méthode est d'ordre opératif, car on est en présence de très petits effectifs, surtout en gisements partiellement fouillés. Il conviendra de comparer les résultats obtenus pour un même échantillon avec ces deux méthodes.

II. PROPOSITION D'UNE METHODE OPERATIVE

1. A) En première approche, on peut construire des tableaux de fréquences relatives et absolues.

B) On visualise ces tableaux par des graphiques. Actuellement on voit employés (Delpech 1975, Altuna 1976, etc.) les mêmes graphiques cumulatifs que F. Bordes et ses collaborateurs ont utilisé pour l'industrie lithique. Les défauts de cette méthode (dont on trouve la critique dans Dialektikê 1976, pp. 14-29) sont encore plus nets quand il s'agit de la faune et surtout avec le NMI pour des raisons de simple logique. (A mon avis, ce ne peut être qu'une méthode de visualisation, qui ne peut suffire pour une analyse objective des données).

On utilise aussi les graphiques circulaires, dont la construction et l'interprétation visuelle ne sont pas très faciles, surtout pour les petites fréquences.

Pour une séquence chronologique continue, on utilise les graphiques "en bandes" des palynologues. Une variante en est le graphique rectangulaire, contraction des bandes en un rectangle dont l'aire représente la totalité de l'ensemble. Cela permet de visualiser rapidement les séquences de différents gisements.

Si on veut comparer plusieurs gisements du même âge, ou des niveaux non continus, le système des blocs-indices est le plus avantageux, qui permet, de plus, de rendre compte des intervalles de confiance (ce qui introduit déjà le concept de rupture entre les fréquences spécifiques, Dialektikê 1975, pp. 14-16).

C) Analyse de la séquence structurale d'un niveau, d'après le critère de contingence quadratique et la loi binomiale (Dialektikê 1975, pp. 8-14), qui permet de connaître exactement l'importance des différences entre deux espèces. Elle sert aussi dans le cas de divers niveaux très semblables et apparemment homogènes. De plus, on pourrait parler d'espèce dominante quand il y a rupture HS (hautement significative) entre cette espèce et les autres, et de spécialisation quand l'espèce dominante reste séparée de l'ensemble de toutes les autres par une rupture H.S.. Le coefficient (Dialektikê 1975, p. 10) pourrait représenter une sorte d'indice de dominance ou de spécialisation.

D) Analyse de la dynamique de la séquence structurale d'un complexe à niveaux en articulation stratigraphique (Dialektikê 1975, pp. 19-21). Des effectifs trop faibles empêchent en général d'effectuer le test d'homogénéité globale. D'autre part il est très fréquent de trouver des différences H.S. On va donc chercher les différences catégorielles globales pour les espèces dominantes ou les mieux représentées, puis les différences, niveau par niveau, pour chaque espèce. Le résultat sera résumé dans le tableau de la dynamique structurale et devra être interprété dans le cadre de mouvements globaux : tendance à la spécialisation ou, au contraire, crise, ou substitution des espèces ...

On peut utiliser aussi le diagramme triangulaire qui visualise le mouvement significatif.

E) Les distances du Khi2 et les dendrogrammes construits avec les différents algorithmes (Dialektikê 1975, pp. 22-37) peuvent nous aider à l'interprétation de cette dynamique.

Avec les distances du Khi2 on construit un nouveau type de diagramme, simple mais assez instructif : dans un système de coordonnées, le premier niveau est représenté par l'origine ; puis on porte sur l'un des axes les distances des Khi2 entre eux et, sur l'autre, les distances de chacun avec le premier. On obtient ainsi une ligne brisée qui montre les mouvements d'éloignement et de rapprochement de chaque niveau au premier.

Pour connaître la vitesse de ce mouvement (par rapport au premier niveau), on porte sur l'axe des ordonnées la distance chronologique (datation absolue), et sur l'axe des abscisses, les distances Khi2 de chaque niveau au premier. Plus faible est la pente d'un segment, plus rapide est l'évolution.

F) Pour rendre compte de la signification économique de la faune, on cherche l'indice de rentabilité (P. Ducos, 1975).
On multiplie les poids moyens théoriques de chaque espèce (j'ai pris : chèvre, 75 kg ; boeuf, 500 kg ; cerf, 150 kg ; porc 100 kg et cheval, 250 kg) par les fréquences relatives respectives. On obtient ainsi une quantité théorique de chair pour 100 animaux qui varie selon la composition du complexe faunistique de chaque niveau.

G) Dans le cas de niveaux de différents gisements, on peut faire l'analyse structurale comparée (séquences structurales, tests d'homogénéité, distances du Khi2, dendrogrammes, diagrammes triangulaires, etc.).

2. Analyse de la faune et de l'industrie

A) L'analyse comparative des complexes faunistiques et industriels faite avec la même méthode, montre les parallélismes, discordances et contradictions, dans les interrelations de ces deux composantes. Le tableau suivant résume les possibilités.

	Environnement	Faune	Industrie	
a)	change	change	change	: dépendance directe de l'environnement
b)	ne change pas	change	change	
c)	ne change pas	change	ne change pas	: alternative culturelle à l'environnement
d)	ne change pas	ne change pas	change	

Le cas b) peut signifier qu'un changement ou un développement des moyens de travail a permis à l'homme de choisir d'autres outils.

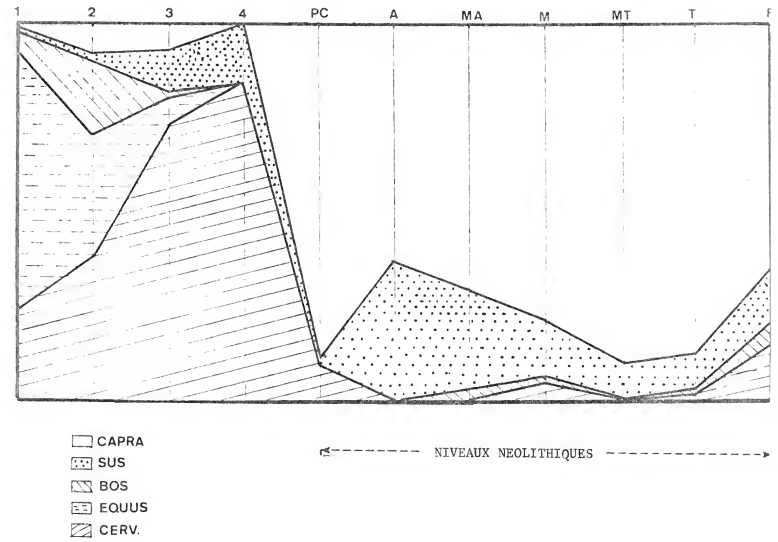
III. UN EXEMPLE DE SEQUENCE STRATIGRAPHIQUE DANS UN GISEMENT

Analyse des niveaux paléolighiques (1-4) de Franchiti, Cave, Greece (Payne 1975).

1. A) Tableau de fréquences.

	FRANCHITI 1	2	3	4
EQUUS	65 .684	136 .328	47 .075	
BOS	4 .042	76 .183	5 .008	
CERV.	24 .252	163 .393	463 .743	41 .854
SUS	1 .010	10 .024	73 .117	7 .145
CAPRA	1 .010	29 .070	35 .056	
TOTAL	95	414	623	48

B) Graphique des fréquences relatives



C) Analyse des séquneces structurales : Tableau de synthèse :

Niveau 1 : EQUUS /// CERVUS // BOS CAPRA-SUS
Niveau 2 : CERVUS EQUUS /// BOS /// CAPRA / SUS
Niveau 3 : CERVUS /// SUS / EQUUS CAPRA /// BOS
Niveau 4 : CERVUS /// SUS /// (EQUUS-CAPRA-BOS)

Le mouvement est net : lente disparition du cheval, remplacé par le cerf qui domine dans les deux derniers niveaux. De plus, dans le :

1° niveau, spécialisation en cheval (X2 = 12,89 H.S. Ø = 0,37)
2° niveau, pas de spécialisation
3° niveau, spécialisation en cerf (X2 = 147,37 H.S. Ø = 0,49)
4° niveau, spécialis.maximale en cerf (X2 = 24,08 Ø = 0,71).

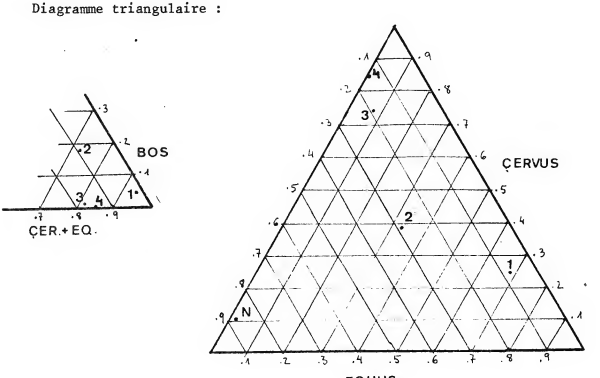
D) Analyse de la dynamique structurale de la séquence.
Après les regroupements nécessaires on a obtenu, à partir du test d'homogénéité entre niveaux, des différences H.S. entre les trois premiers, et seulement significatives entre les deux derniers.

Tableau synthèse de la dynamique structurale :

	1	2	3	4	A.max.	A.ex.	Dynamique
EQUUS	.684///	.328///	.075	0	.684	.684	Degres. H.S.
BOS	.042///	.183///	.008	0	.183	.042	Oscil.degres. H.S.
CERV.	.252 //	.393///	.743	.854	.602	.602	Progres. H.S.
SUS	.010	.024///	.117	.145	.135	.135	Progres. H.S.
CAPRA	.010	.070	.056	0	.070	.010	Oscil.degres. H.S.

Globalement, le mouvement observé est la substitution du cheval par le cerf, incomplète jusqu'au 4° niveau (la somme de ces deux espèces n'atteignant pas une différence significative qu'entre le 1° et le 4° niveau).

Diagramme triangulaire :



C'est au premier niveau qu'on trouve effectivement le plus grand nombre de chevaux, au deuxième niveau qu'il y a à peu près égalité entre cheval et cerf, aux troixième et quatrième niveaux, disparition presque totale du cheval au profit du cerf. (Il est curieux de remarquer que le niveau du Néolithique Pré-céramique comporte très peu de cheval et de cerf parce qu'il y a beaucoup de chèvre).

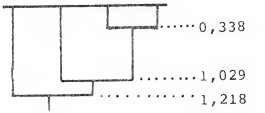
E) Distances du Khi2 et dendrogrammes.

Les distances du Khi2 confirment ce mouvement. Matrice des distances:

	1	2	3
2	1,218		
3	2,172	1,029	
4	2,351	1,193	0,338

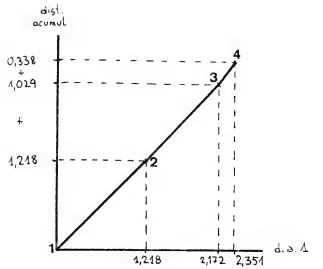
On voit que la distance est la plus grande entre les niveaux extrêmes 1° et 4°.

Le dendrogramme utilisant l'ultramétrique inférieure maximale montre aussi que les deux derniers niveaux (3 et 4) sont les plus rapprochés que le premier est le plus éloigné, et que le deuxième est intermédiaire entre le 1° et le 3°-4°.

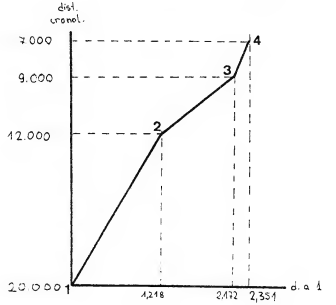


Les graphiques d'ordonnées avec les distances du Khi2 nous montrent le lent éloignement du 1° niveau et la "vitesse" de ce mouvement qui est la plus rapide entre les niveaux 2 et 3 (figure à la page suivante).

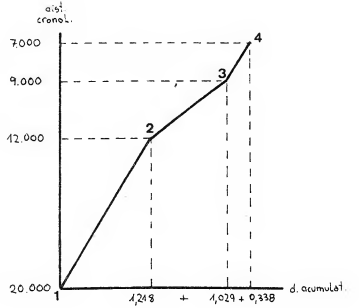
Le dendrogramme dressé avec l'algorithme procédant par réduction de la matrice des distances du Khi2 entre les espèces met en évidence deux groupes : les animaux de prairie, BOS et EQUUS, et les animaux de



Graphique des coordonnées avec les distances du Khi 2

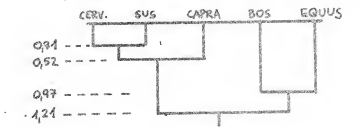


Graphique des coordonnées avec distances chronologiques et distances au niveau 1



Graphique des coordonnées avec distances chronologiques et distances du Khi 2 entre niveaux

forêt, SUS et CERVUS, auxquels se joint la chèvre en raison de son faible effectif.



F) Indice de rentabilité de la chasse.

Il est maximum pour le niveau le moins spécialisé (niveau 2), et minimum lorsque l'indice de spécialisation est le plus haut (niveau 4):

EQUUS	17100	8200	1875	0
BOS	2100	9150	400	0
CERVUS	3780	5895	11145	12810
SUS	100	240	1170	1450
CAPRA	75	525	420	0
TOTAL	23155	24010	15010	14260

Conclusion de l'étude de la faune.

Dans notre analyse, nous pouvons déduire, en ce qui concerne l'évolution des complexes faunistiques des niveaux paléolithiques de Franchiti Cave, ce qui va suivre :

- du niveau 1 au niveau 2, passage d'une spécialisation en cheval à une non spécialisation (crise). C'est un mouvement lent qui correspond à une augmentation de la rentabilité : on cherche à obtenir plus de chair en chassant moins ;

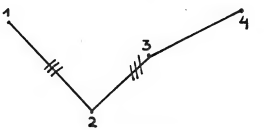
- du niveau 2 au niveau 3, une rapide spécialisation en cerf se manifeste, ainsi qu'une augmentation du sanglier, autre espèce forestière. Cette spécialisation implique une chute de la rentabilité ; (elle peut s'expliquer ainsi : a) plus il y a d'une espèce plus sa chasse se spécialise ; dans ce cas le nombre d'animaux tués serait grand par rap-

port au temps de permanence, donnée impossible à obtenir ; b) la présence d'activité complémentaire (pêche par exemple) qui peut compenser la baisse de rentabilité de la chasse).

- du niveau 3 au niveau 4, lente consolidation du processus.

On peut résumer ces observations dans le schéma suivant :

SPECIALISATION



NON SPECIALISATION

2. Faune et industrie

L'industrie n'a pas été publiée et n'a pas pu être analysée de la même façon. On peut seulement dire :

niveau 1 (20.500 a.N.E.) : lamelles à dos abattu,
niveau 2 (12.000 " " ") : lamelles à dos, pointes à dos, microlithes, microburins et grattoirs,
niveau 3 (9.000 " " ") : industrie grossière, encoches, denticulés,
niveau 4 (7.000 " " ") : lames à dos, troncatures, microlithes, encoches et denticulés.

Nous voyons ici, par un enrichissement de l'industrie, la différence évidente pour la faune, entre le niveau 1 et 2 ; on constate aussi, tant pour la faune que pour l'industrie, un changement rapide entre les niveaux 2 et 3 ; par contre, la réapparition entre les niveaux 3 et 4 des dos et des microlithes ne trouve pas de justification dans la faune, qui manifeste seulement une très lente consolidation du processus commencé au troisième niveau.

IV. ANALYSE STRUCTURALE COMPAREE DE TROIS GISEMENTS MAGDALENIENS

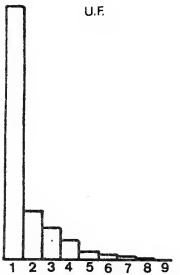
(Urtiaga e Aitzbitarte en Euzkadi, Bora Gran en Catalogne)

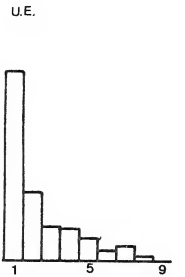
A) Tableau de fréquences (n. des restes) :

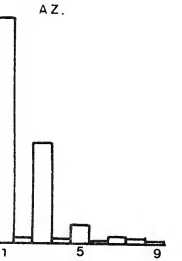
	URTIAGA		AITZBIT.
	F	E	IV
LEPUS	2 .002	3 .014	9 .017
SUS	0 -	0 -	5 .009
CERVUS	557 .674	106 .495	323 .598
RANGIF.	12 .015	6 .028	3 .006
CAPREOL.	43 .052	19 .089	6 .011
BOS	20 .024	13 .061	28 .052
RUPRIC.	73 .088	20 .093	147 .272
CAPRA	112 .135	38 .178	9 .017
EQUUS	8 .010	9 .042	10 .019
TOTAL	827	214	540

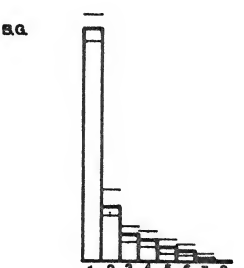
BORA GRAN

HYDRUN.	8	.013
CABALL.	95	.158
SUS S.	19	.032
RUPRIC.	26	.043
BOS	45	.075
CAPRA	38	.063
CERVUS	370	.614
ELEPH.	2	.003
TOTAL	603	









Blocs-indices de Urtiaga et Aitzbitarte ; Bora Gran avec les intervalles de confiance.

B) Analyse des séquences structurales :

BORA G. : CERVUS///EQUUS///BOS CAPRA RUPRICAPRA SUS HYDRUNT.ELEPHAS

URT. F : CERVUS///CAPRA/RUPRICAPRA/CAPREOLUS/BOS RANGIFER EQUUS

URT. E : CERVUS///CAPRA RUPRICAPRA CAPREOLUS BOS EQUUS RANGIFER

AITZBIT.: CERVUS///RUPRICAPRA///BOS///EQUUS CAPRA CAPREOLUS RANGIFER

Dominance	Spécialisation
BORA G.: H.S. ϕ=0,468	X^2= H.S. ϕ=0,227 : Dominance, spécialisé en cerf
URT. F : H.S. ϕ=0,548	X^2= H.S. ϕ=0,350 : Dominance, le plus spécialisé
URT. E : H.S. ϕ=0,336	X^2= N.S. ϕ=0,005 : Dominance, non spécialisé
AITZ. : H.S. ϕ=0,331	X^2= H.S. ϕ=0,196 : Dominance, le moins spécialisé

Sauf la dominance en cerf, commune à tous les ensembles, et qu'on peut considérer comme caractéristique de cette époque, dans notre pays, à des altitudes moyennes, l'ordre des espèces varie d'un gisement à l'autre, probablement en fonction du relief environnant. Entre Urtiaga E et F l'ordre est semblable (en F les ruptures sont plus marquées) ; le relief plus abrupt favorise le bouquetin et l'isard. A Aitzbitarte, les conditions sont plus favorables pour l'isard, et BOS et EQUUS. A Bora Gran, le relief plus doux et les plaines conviennent à EQUUS et BOS.

C) Les tests d'homogénéité globale pour la faune et l'industrie des grottes d'Euzkadi (selon les données de P.Utrilla, 1976 pour l'industrie, et de J.Altuna, 1972 pour la faune) donnent :

	Industrie	Faune
F-E-AZ	X^2= 23,104 P 0,01 TS C=0,231	X^2= 194,131 P 0,001 HS C=0,334
F-E	X^2= 4,591 P 0,3 NS C=0,130	X^2= 32,575 P 0,001 HS C=0,176
E-AZ	X^2= 23,544 P 0,001 HS C=0,270	X^2= 119,521 P 0,001 HS C=0,376
F-AZ	X^2= 6,836 P 0,1 NS C=0,162	X^2= 148,323 P 0,001 HS C=0,316

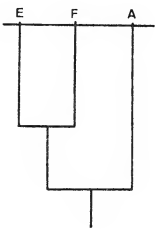
Bien que les industries soient homogènes pour F et E, et pour F et AZ, les faunes sont différentes. De toute façon les coefficients de contingence C, s'ordonnent de la même manière pour l'industrie et pour la faune.

D) Distances du Khi 2 et dendrogrammes :

Industrie	Faune
E-F d = 0,274	0,455
F-AZ d = 0,352	0,660
E-AZ d = 0,527	0,830

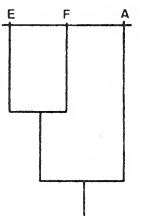
Les distances du Khi 2 varient dans le même sens pour industrie et faune; il en résulte des dendrogrammes et des triangles très semblables.

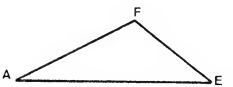
Industrie



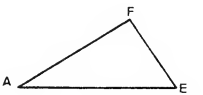
(1)

Faune





(2)



En conclusion, si on ne peut pas parler de mouvement totalement dépendants (industrie homogène, mais faune non homogène) l'interrelation est manifestement très grande (comportements semblables des distances etc.).

V. CONCLUSION

L'application de l'analyse structurale aux complexes faunistiques nous fournit une information très valable sur le développement économique des sociétés préhistoriques. En la comparant avec une analyse analogue des industries lithiques, elle peut nous donner la clef de la relation entre faune et industrie. Elle nous aide à découvrir à quel point et à quelle époque la contradiction entre le but recherché (nourriture) et l'efficacité des moyens (industrie par exemple) est le moteur de l'évolution de l'industrie lithique. Ou si, au contraire, la transformation de la faune et celle de l'industrie sont deux mouvements parallèles qui influent l'un sur l'autre, mais sans relation de causalité ni contradiction déterminante essentielle, qu'on peut chercher autre part (traditions, expérience, contacts, recherche de facilité etc.).

BIBLIOGRAPHIE

ALTUNA J. - 1971. La fauna de mamiferos de los yacimientos prehistoricos de Guipùzcoa. Munibe 1-4.

CARBONELL E. y ESTEVEZ J. - 1977. Introduccio à la teoria de la bidireccio. Cypsela, 2.

DUCOS P. - 1968. L'origine des animaux domestiques en Palestine. I. Préhist. Univ. Bordeaux, Mem. 6.

DUCOS P. - 1975. Analyse statistique des collections d'ossements d'animaux, En : Calson, A.T. Archeozoological Studies, pp. 35-44.

LAPLACE G. - 1970. Les niveaux aurignaciens et l'hypothèse du synthetotype, en : l'Homme de Cro-magnon, pp. 141-164.

- 1973. La typologie Analytique et structurale : Base rationnelle d'étude des industries lithiques et osseuses. Actes du Coll. Nat. du C.N.R.S., pp. 91-143.

- 1974. De la dynamique de l'analyse structurale ou la typologie analytique. Riv. di Scienze Preist. Vol.XXIX, fasc. 1.

- 1975. Distance du Khi 2 et algorithmes de classification hiérarchique, Dialektikê, pp. 22-37.

LAPLACE G. y LIVACHE M. - 1975. Précisions sur la démarche de l'analyse structurale, Dialektikê, pp. 8-21.

PAYNE S. - 1975. Faunal change at Franchiti Cave from 20.000 to 30.000, en : Clason, A.T. Archeozoological Studies, pp.120-131.

POPLIN F. - 1976. Remarques théoriques et pratiques sur les unités utilisées dans les études d'ostéologie quantitative particulièrement en Archéologie préhistorique, Them, spec. Congr. U.I.S.P.P., pp. 124-141.

UERPMANN H. - 1973. Ein Beitrag zur Methodik der Wirtschafts-Historischen Auswertung von Tierknochenfunden aus Siedlungen, en Matolcsi, J.Domestikations-forsch. u.Gesch. der Haustiere, pp. 391-395.

UTRILLA P. - 1976. El Magdaleniense IV en el Pais Vasco, Munibe.

Cet exposé a dû être sensiblement réduit en raison de place. Ceux qui sont intéressés pourront consulter la Thèse de J. Estévez (dont ce travail a été extrait) qui, évidemment, comporte une documentation circonstanciée.

NOTES DE TYPOLOGIE ANALYTIQUE

ORIENTATION DE L'OBJET ET RECTANGLE MINIMAL

Georges Laplace

Le dessein de cette note de typologie analytique est d'exposer les résultats de ma recherche expérimentale concernant l'orientation de l'objet.

La fixation de critères pertinents et précis d'orientation de l'objet conditionne nécessairement, de toute évidence, tant la cohérence de l'étude typométrique que la classification typologique en levant toute ambiguïté quant à la latéralité ou la transversalité de la retouche.

1. MODULE ET INDICES FONDAMENTAUX

La typologie analytique utilise couramment les trois dimensions du parallélépipède droit circonscrivant l'objet, longueur, largeur, hauteur ou épaisseur, pour définir un module et trois indices élémentaires :

a - un module géométrique ... $Mg = (L \times l)^{1/2}$, de préférence au module arithmétique ... $Ma = \frac{L + l}{2}$;

b - un indice d'allongement ... $Ia = \frac{L}{l}$;

c - un indice de carénage ... $Ic = \frac{l}{e}$;

d - un indice géométrique de carénage ... $Igc = \frac{(L \times l)^{1/2}}{e}$.

Je crois opportun de rappeler que, lorsque la longueur relative, définie par la projection de la distance proximo-distale sur l'axe des ordonnées, est inférieure à la largeur relative, l'indice d'allongement relatif, calculé à partir des longueur et largueur absolues, est exprimé par l'inverse de l'indice d'allongement absolu.

2. DEFINITIONS DIVERSES DU RECTANGLE OPTIMAL

Longueur et largeur de l'objet étant celles du rectangle qui le circonscrit, il faut définir clairement par une orientation adéquate le rectangle optimal.

2.1. Axe de percussion

Selon F. Bordes (Bordes, 1961), "l'axe d'un éclat est la ligne imaginaire qui prolonge l'axe de percussion, passe par le point d'impact et sépare le cône ou le conchoïde en deux parties plus ou moins égales". Outre que le point d'impact est rarement ponctuel, l'axe ou, plus exactement, la direction de percussion ne peut être fixée, dans les meilleurs cas, qu'avec une approximation angulaire de plusieurs degrés. On ne peut s'y référer qu'avec cette réserve.

2.2. Axe de symétrie

D'après F. Bordes (Bordes,1961), "l'axe de l'outil sera placé selon le plan de symétrie maximale de l'outil". Cependant, "dans le cas d'un racloir déjeté double, ... chacun des racloirs déjeté formant l'outil double sera considéré comme ayant son propre axe. En effet, autrement, l'axe de symétrie de l'outil double coïnciderait avec l'axe de l'éclat, ce qui serait contradictoire avec la définition du racloir déjeté". Ainsi, pour F. Bordes, le "racloir déjeté double" ne peut avoir, par définition, un axe de symétrie ! Quoique l'on puisse penser de cette conception relative de la symétrie bilatérale, il n'en demeure pas moins que l'axe de symétrie demeure trop incertain sur la majorité des objets pour que l'on puisse retenir un tel critère d'orientation.

2.3. Axe de travail

H.L. Movius (Movius 1968) introduit "le concept d'axe de travail" pour les burins, sans toutefois le définir strictement. Il précise seulement que "bien que l'axe de travail ne coïncide pas obligatoirement avec l'axe de l'outil quand l'extrémité fonctionnelle est orientée de façon dont on croit qu'il a été tenu pour son utilisation, il a néanmoins une relation constante avec cet axe". Ce même concept sera étendu (Movius 1971) aux "grattoirs aurignaciens" pour définir une longueur et une largeur maximales de ces objets. La notion fonctionnelle d'axe de travail, éminemment subjective et restreinte à certaines catégories d'outils, ne peut, de ce fait, être prise en considération pour fixer l'orientation générale des objets.

2.4. Longueur et largeur "maximales"

Pour les "grattoirs en bout" H.L. Movius (Movius 1968) propose la longueur du plus petit rectangle inscrivant la pièce et, comme largeur, la largeur du front. Le même auteur (Movius 1968) retient pour les "outils à dos" la longueur et la largeur maximales des objets. Ainsi, trois catégories d'outils, trois procédés de mensuration différents ! Les deux derniers, utilisant pour la mesure de la longueur et de la largeur de l'objet deux critères indépendants, présentent de ce fait un défaut de cohérence rédhibitoire pour le calcul du module et des indices élémentaires.

2.5. Longueur maximale et rectangle optimal

Le procédé graphique simple décrit par C.A. Möberg (Möberg 1964), complété et généralisé (Laplace 1976), fixe sans ambiguïté la dimension maximale orientée et la dimension minimale qui en découle. L'objet, posé sur sa face interne ou sur une face plane, est placé sur le diagramme millimétré défini par deux axes de coordonnées de telle manière que :

a - le talon ou la partie proximale touche l'axe des abscisses en au moins un point ;

b - le bord latéral senestre touche l'axe des ordonnées en au moins un point ;

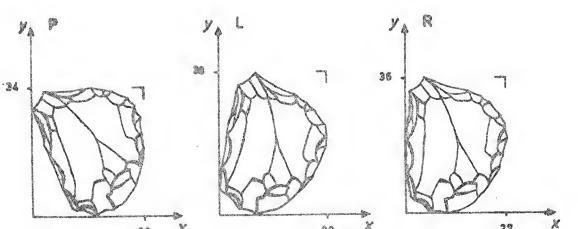
c - le bord distal se trouve à une distance verticale maximale de l'axe des abscisses lorsque la dimension verticale est dominante, le bord dextre à une distance horizontale maximale de l'axe des ordonnées lorsque la dimension horizontale est dominante, dans les limites fixées par les deux premières conditions. La longueur absolue étant établie dans chaque cas, on en déduit la largeur absolue par simple lecture.

2.6. Conclusion

Ainsi, on ne peut raisonnablement retenir que deux procédés : avec réserve, le procédé basé sur l'axe de percussion, et sans réserve, le procédé fondé sur la longueur maximale.

3. ORIENTATION ET RECTANGLE MINIMAL

3.1. Largeur minimale et rectangle minimal



Ma première figure représente trois orientations différentes du même objet, un Racloir plat latéro-transversal (R23), portant le numéro 39 sur la liste des pièces examinées), sur un diagramme millimétré défini par les axes x et y :

a - à gauche, l'orientation P selon l'axe de percussion, établie avec le minimum d'erreur possible ;

b - au milieu, l'orientation L selon la longueur maximale décrite en 2.5., mettant en évidence ce que j'ai appelé "l'effet de diagonale" ;

c - à droite, l'orientation R selon le nouveau procédé que j'ai dénommé du "rectangle minimal". En effet, ce rectangle présente, dans tous les cas, l'aire minimale, donc le plus petit module géométrique : MgP = 31,94 MgL = 33,20 MgR = 31,20

3.2. Le rectangle minimal

L'objet, posé sur sa face interne ou sur une face plane, est placé sur le nomogramme millimétré défini par deux axes de coordonnées, matérialisés par une équerre d'épaisseur convenable, de telle manière que :

a - le talon ou la partie proximale touche l'axe des abscisses en au moins un point, l'axe de percussion formant avec l'axe des abscisses un angle supérieur à 45 degrés ;

b - le bord latéral senestre touche l'axe des ordonnées en au moins un point ;

c - le bord latéral dextre se trouve à une distance horizontale minimale de l'axe des ordonnées lorsque la dimension verticale est dominante, le bord distal se trouve à une distance verticale minimale de l'axe des abscisses lorsque la dimension horizontale est dominante, dans la limite fixée par les deux premières conditions ;

d - la dimension dominante soit minimale, dans les limites fixées par les trois premières conditions.

On établit ainsi le point de surface ou point d'aire matérialisant l'angle supérieur dextre du rectangle minimal et, en conséquence, la longueur et la largeur absolues de l'objet.

4. APPLICATION A UN ECHANTILLON DE RACLOIRS LATERO-TRANSVERSAUX ET DE POINTES DE LA COUCHE MOYENNE D'OLHA 2

4.1. Données fondamentales à deux variables

Les mensurations dimensionnelles planes, x et y, ont été effectuées sur 188 pièces de la couche moyenne d'Olha 2 comportant la totalité des Racloirs latéro-transversaux plats (R23) et carénoïdes (R323), des Pointes plates marginales simples (P11) et à épaulement P12), plates profondes simples (P21), parfois doubles (PP21) et à épaulement (P22), parfois anglées (P22a) ou doubles (PP22), des Pointes carénoïdes profondes simples (P321), parfois anglées (P321a) ou doubles (PP321), ou à épaulement (P322), parfois anglées (P322a), selon les procédés de l'axe de percussion (P), de la longueur maximale (L) et du rectangle minimal (R). Ces

TABLEAU I

N°	TP	P		L		R		N°	TP	P		L		R		
		x	y	x	y	x	y			x	y	x	y	x	y	
01	R23	26	34	30	38	26	35	*51	R23			24	27	23	26	
02	R23	38	30	43	27	41	27	*52	R23			33	31	32	28	
03	R23(R21a)	25	30	24	35	22	33	53	R23	42	26	43	27	40	26	
04	R23(R21a)	23	32	21	36	19	35	54	R23	26	26	29	24	24	28	
05	R23	23	38	23	38	23	38	55	R23	40	31	41	33	37	31	
06	R23	40	39	32	52	31	50	56	(R23)P21	36	39	32	42	32	42	
07	R23	39	39	39	45	38	38	57	R23	28	31	26	34	25	34	
08	R23	28	28	26	35	25	31	*58	R23			31	36	29	35	
09	R23	33	40	32	41	32	40	*59	R23			46	30	46	30	
10	R23	39	44	41	48	38	45	60	R23	34	29	35	29	35	28	
11	R23	34	25	37	24	34	24	61	R23	36	32	36	32	32	29	Qe
12	R23	35	23	36	23	35	23	*62	R323(P322)			26	43	25	42	
13	R23	20	29	23	21	20	29	63	R323(P322)	31	27	35	23	35	23	
14	R23	27	34	25	34	23	33	*64	R323(R321a)			22	26	21	25	
*15	R23			27	29	24	25	65	R323	34	28	37	22	37	22	
16	R23	34	24	39	29	34	24	*66	R323			28	39	26	35	
17	R23	35	29	35	30	33	29	*67	R323(R321a)			27	43	23	41	
*18	R23			22	34	22	34	68	R323	39	25	39	29	39	25	
*19	R23			27	28	24	25	69	R323	31	22	32	22	32	21	
20	R23	23	24	20	28	19	28	70	R323	32	23	33	22	33	22	
21	R23	30	32	26	36	26	36	71	(R323)R322a	28	25	34	30	30	23	
22	R23	52	37	53	38	51	35	72	R323	46	31	47	32	46	30	
23	R23	38	28	39	26	39	26	73	P11	20	30	23	32	20	29	
24	R23	16	27	16	27	16	27	74	P11	21	31	21	32	21	31	
25	R23	34	51	34	52	34	51	75	P11	19	44	18	44	11	44	
*26	R23			36	32	36	32	76	P11	23	38	23	38	23	37	
27	R23(R21a)	41	56	40	62	36	61	77	P11	23	50	24	51	22	50	
*28	R23			36	30	36	30	78	P11	29	51	29	51	29	51	
*29	R23			31	48	29	48	79	P11	42	64	30	71	30	70	
30	R23	40	29	41	28	40	28	80	P11	18	47	18	47	18	47	
31	R23	26	28	28	28	24	26	81	P11	30	49	30	49	30	49	
32	R23	41	33	41	33	37	30	82	P12	19	44	18	44	18	44	
33	R23	25	37	25	37	25	35	83	P12	19	42	19	42	19	42	
34	(R23)P21	35	34	42	28	42	28	84	P12	28	41	28	42	28	39	
35	R23	33	34	36	26	36	26	85	P12	32	43	31	44	31	44	
36	R23	37	24	38	23	37	23	86	P21	25	48	26	50	25	48	
37	R23	35	30	42	33	36	29	87	P21	34	45	34	47	34	42	
38	R23	35	28	36	28	35	27	88	P21	39	50	33	55	32	55	
39	R23	30	34	29	38	27	36	*89	P21			27	36	26	34	
40	R23	21	28	25	29	20	28	90	P21	20	50	20	50	20	50	
41	R23	29	25	30	24	29	24	91	P21	30	39	32	40	28	39	
42	R23	26	35	26	40	23	38	92	P21	29	48	26	51	25	51	
43	R23	52	30	53	27	53	26	93	P21	45	57	45	57	42	57	Qe
44	R23	28	28	30	24	30	22	*94	P21			30	50	30	50	
45	R23	25	23	30	19	26	19	*95	P21			24	39	24	27	
46	R23	21	41	22	42	21	41	96	P21	19	46	18	47	18	47	
47	R23	43	40	48	41	42	36	*97	P21			25	37	25	37	
48	R23	30	43	29	43	29	43	*98	P21			16	38	16	38	
49	(R23)R21a	23	30	18	34	17	34	99	P21	30	39	23	47	21	46	
*50	R23			30	35	30	35	100	P21	22	53	22	53	21	53	

Nº TP	P		L		R		Nº TP	P		L		R	
	x	y	x	y	x	y		x	y	x	y	x	y
*101 P21			21	37	20	36	145 P22	37	40	42	24	42	24
102 P21	17	32	16	33	15	32	146 P22	24	35	22	37	22	36
*103 P21			16	51	15	51	*147(P22)R23			34	41	31	40
104 P21	22	40	21	41	20	41	*148 P22			20	35	20	33
105 P21	26	34	22	37	22	37	149 P22	52	58	52	60	51	58
*106 P21			24	51	24	51	*150 P22			24	32	23	39
107 P21	20	36	20	37	20	35	*151 P22			31	52	31	46
*108 P21			22	43	22	42	*152 P22			28	38	27	37
109 P21	31	31	25	32	25	32	*153 P22			25	41	25	41
*110 P21			24	44	23	42	*154 P22			27	47	27	47
*111 P21			18	39	18	39	*155 P22			20	34	20	32
112 P21	31	52	31	52	30	52 Q	156 P22a	21	34	18	34	18	34
*113 P21			19	40	19	40	*157 PP22			47	27	46	26
*114 P21			21	44	21	44	158 P321	27	38	21	41	20	41
115 P21	16	45	16	45	16	45	159 P321	16	37	16	37	16	37
116 P21	27	53	27	56	27	53	160 P321	28	45	21	56	18	54
*117 P21			21	32	19	29	161 P321	32	36	27	42	26	42
118 P21	31	46	34	49	31	46	162 P321	29	41	28	42	27	42
119 P21	32	44	31	49	31	45	163 P321a	18	39	18	40	18	39
120 P21	20	38	19	40	19	39	164 P321	34	49	30	54	30	54
121 P21	23	34	17	40	16	38	165 P321	34	44	36	47	32	45
*122 P21			26	38	25	38	*166 P321a			11	28	11	28
123 P21	32	39	23	48	23	48	*167 P321			26	39	24	38
124 P21	27	38	26	38	24	36	*168 P321			13	37	13	37
125 P21	26	37	26	38	25	36	169 P321	29	32	24	38	24	38
126 P21	17	30	16	32	15	31	170 P321	16	45	16	45	14	44
127 P21	19	31	21	31	21	33	171 P321	15	43	15	43	15	43
*128 P21			22	42	22	41	172 P321	26	34	24	35	24	35
129 P21	24	29	21	34	21	33	*173 P321			20	36	18	35
130 P21	19	45	19	45	19	45	174 P321	41	21	41	21	41	21
*131 P21			23	42	23	42	*175 P321			14	38	14	38
*132 P21			21	39	21	39	*176 P322			45	25	45	23
*133 P21			19	50	19	50	*177 P322			19	46	19	46
*134 P21			45	22	45	21	*178 P322			42	20	42	20
*135 P21			15	41	15	41	179 P322	22	35	21	35	21	35
*136 P21			22	47	21	47	*180 P322			45	15	45	15
*137 PP21			18	50	18	47	*181 P322			47	18	47	18
138(P22)R23	38	51	38	51	36	46	*182 P322			15	34	15	34
*139 P22a			35	55	35	55	183 P322	17	33	14	37	14	36
140 P22	18	27	18	28	18	28	*184 P322			21	35	21	35
141 P22a	20	32	18	33	18	33	*185 P322a			16	33	15	31
142 P22a	17	37	17	37	17	37	*186 PP321			17	48	16	47
143 P22	23	45	21	47	21	46	*187 PP321			18	49	18	49
144 P22	19	39	19	40	19	39	*188 PP321			16	53	15	52

mensurations sont présentées dans le Tableau I. La matière utilisée est le silex à l'exception de deux objets en quartzite (Qe) et d'un objet en quartz (Q).

On notera :

a - que seulement 124 objets sur 188 ont pu être plus ou moins approximativement orientés selon l'axe de percussion, ce qui met en évidence, si besoin était, les limites du procédé ;

b - que les types primaires sans signe et sigle de tendance sont communs aux orientations selon l'axe de percussion et selon le rectangle minimal ;

c - que lorsque un type primaire est suivi d'un sigle de tendance, le sigle de tendance est déterminé par l'orientation du rectangle minimal ;

d - que lorsqu'un type primaire est précédé d'un sigle de tendance, le type primaire est déterminé par l'orientation du rectangle minimal, le signe de tendance étant déterminé par l'orientation de l'axe de percussion.

4.2. Modules arithmétiques et géométriques

Les modules ou moyennes arithmétiques et géométriques, calculés pour les 124 objets dont l'axe de percussion a pu être fixé avec une relative approximation sont présentés dans le Tableau II. On constate :

a - que dans 54 cas le module arithmétique du rectangle minimal (MaR) est inférieur aux modules arithmétiques établis à partir de l'axe de percussion (MaP) ou de la longueur maximale (MaL), que dans 45 cas MaR est égal à MaP ou à MaL et, enfin, que dans 3 cas MaL est minimal ;

b - que dans 70 cas le module géométrique du rectangle minimal (MgR) est inférieur aux modules géométriques établis à partir de l'axe de percussion (MgP) ou de la longueur maximale (MgL), que dans 40 cas MgR est égal à MgP ou à MgL et, enfin, que dans 14 cas MgR est égal à MgP et à MgL.

En conclusion, ces résultats rendent manifeste l'adéquation du module géométrique MgR relativement au module arithmétique MaR à l'expression du rectangle minimal.

TABLEAU II

Nº	MaP	MaL	MaR	MgP	MgL	MgR	Nº	MaP	MaL	MaR	MgP	MgL	MgR
001	30,0	34,0	29,5	29,7	33,8	29,3	078	35,0	35,0	35,0	38,5	38,5	38,5
002	34,0	35,0	34,0	33,8	34,1	33,3	079	53,0	50,5	50,0	51,8	46,2	45,8
003	27,5	29,5	27,5	27,4	29,0	26,9	080	32,5	32,5	32,5	29,1	29,1	29,1
004	27,5	28,5	27,0	27,1	27,5	25,8	081	39,5	39,5	39,5	38,3	38,3	38,3
005	30,5	30,5	30,5	29,6	29,6	29,5	082	31,5	31,0	31,0	28,9	28,1	28,1
006	39,5	42,0	40,0	39,5	40,8	39,4	083	30,5	30,5	30,5	28,2	28,2	28,2
007	39,0	42,0	38,0	39,0	41,9	38,0	084	34,5	35,0	33,5	33,9	34,3	33,0
008	28,0	30,5	28,0	28,0	30,2	27,8	085	37,5	37,5	37,5	37,1	36,9	36,9
009	36,5	36,5	36,0	36,3	36,2	35,8	086	36,5	38,0	36,5	34,6	36,1	34,6

Nº	MaP	MaL	MaR	MgP	MgL	MgR	Nº	MaP	MaL	MaR	MgP	MgL	MgR
010	41,5	44,5	41,5	41,4	44,4	41,4	087	39,5	40,5	38,0	39,1	40,0	37,8
011	29,5	30,5	29,0	29,2	28,8	28,6	088	44,5	44,0	43,5	44,2	42,6	42,0
012	29,0	29,5	29,0	28,4	28,8	28,4	090	35,0	35,0	35,0	31,5	31,5	31,5
013	24,5	25,0	24,5	24,1	26,7	24,1	091	34,5	36,0	33,5	34,2	35,8	33,0
014	30,5	29,2	28,0	30,3	29,2	27,5	092	38,5	38,5	38,0	37,3	36,4	35,7
016	29,0	34,0	29,0	28,6	30,6	28,6	093	51,0	51,0	51,0	50,6	50,6	50,6
017	32,0	32,5	31,0	31,9	32,4	30,9	096	32,5	32,5	32,5	29,6	29,1	29,1
020	23,5	24,0	23,1	23,5	23,7	23,1	099	34,5	35,0	33,5	34,2	32,9	31,1
021	31,0	31,0	31,0	31,0	30,6	30,6	100	37,5	37,5	37,5	34,1	34,1	34,1
022	44,5	45,5	43,0	43,9	44,9	42,2	102	24,5	24,5	23,5	23,3	23,0	21,9
023	33,0	32,5	32,5	32,6	31,8	31,8	104	31,0	31,0	30,5	29,7	29,3	28,6
024	21,5	21,5	21,5	20,8	20,8	20,8	105	30,0	29,5	29,5	29,7	28,5	28,5
025	42,5	43,0	42,5	41,6	42,0	41,6	107	28,0	28,5	27,5	26,8	27,2	26,5
027	48,5	51,0	48,5	47,9	49,8	46,9	109	31,0	28,5	28,5	31,0	28,3	28,3
030	34,5	34,5	34,0	34,1	33,9	33,5	112	41,5	41,5	41,0	40,1	40,1	39,5
031	27,0	28,0	25,0	27,0	28,0	25,0	115	30,5	30,5	30,5	26,8	26,8	26,8
032	37,0	37,0	33,5	36,8	36,8	33,3	116	40,0	41,5	40,0	37,8	38,9	37,8
033	31,0	31,0	29,0	30,4	30,4	28,4	118	38,5	41,5	38,5	37,8	40,8	37,8
034	34,5	35,0	35,0	34,5	34,3	34,3	119	38,0	39,0	38,0	37,5	39,0	37,3
035	33,5	31,0	31,0	33,5	30,6	30,6	120	29,0	29,5	29,0	27,6	27,6	27,2
036	30,5	30,5	30,0	29,8	29,6	29,2	121	28,5	28,5	27,0	28,0	26,2	24,7
037	32,5	37,5	32,5	32,4	37,2	32,3	123	35,5	35,5	35,5	35,3	33,2	33,2
038	31,5	32,0	31,0	31,3	31,7	30,7	124	32,5	32,0	30,0	32,0	31,4	29,4
039	32,0	33,5	31,5	31,9	33,2	31,2	125	31,5	32,0	30,5	31,0	31,4	30,0
040	24,5	27,0	24,0	24,2	26,9	23,7	126	23,5	24,0	23,0	22,6	22,6	21,6
041	27,0	27,0	26,5	26,9	26,8	26,4	127	25,0	27,0	25,0	24,3	26,3	24,3
042	30,5	33,0	25,5	30,2	32,2	29,6	129	26,5	27,5	27,0	26,4	26,7	26,3
043	41,0	40,0	39,5	39,5	37,8	37,1	130	32,0	32,0	32,0	29,2	29,2	29,2
044	28,0	27,0	26,0	28,0	26,8	25,7	138	44,5	44,5	41,0	44,0	44,0	40,7
045	24,0	24,5	22,5	24,0	23,9	22,2	140	22,5	23,0	22,5	22,0	22,4	22,0
046	31,5	32,0	31,5	29,3	30,4	29,3	141	26,0	25,5	25,5	25,3	24,4	24,4
047	41,5	44,5	39,0	41,5	44,4	38,9	142	27,0	27,0	27,0	25,1	25,1	25,1
048	36,5	36,0	36,0	35,9	35,3	35,3	143	34,0	34,0	33,5	32,9	31,4	31,1
049	26,5	26,0	25,5	26,3	24,7	24,0	144	29,0	29,5	29,0	27,2	27,6	27,2
053	34,0	35,0	33,0	33,0	34,1	32,2	145	33,5	33,0	33,0	33,3	31,7	31,7
054	25,5	26,5	25,5	25,5	26,4	25,5	146	29,5	29,5	29,0	29,0	28,5	28,1
055	35,5	37,0	34,0	35,2	36,8	33,9	149	55,0	56,0	54,5	54,9	55,9	54,4
056	37,5	37,0	37,0	37,7	36,7	36,7	156	27,5	26,0	26,0	26,7	24,7	24,7
057	29,5	30,0	29,5	29,5	29,7	29,2	158	32,5	31,0	30,5	32,0	29,3	28,6
060	31,5	32,0	31,5	31,4	31,9	31,9	159	26,5	26,5	26,5	24,3	24,3	24,3
061	34,0	34,0	30,5	33,9	33,9	30,5	160	36,5	38,5	36,0	35,5	34,3	31,2
063	29,0	29,0	29,0	28,9	28,4	28,4	161	34,0	34,5	34,0	33,9	33,7	33,0
065	31,0	29,5	29,5	30,9	28,5	28,5	162	35,0	35,0	34,5	34,5	34,3	33,7
068	32,0	34,0	32,0	31,2	33,6	31,2	163	28,5	29,0	28,5	26,5	26,8	26,5
069	26,5	27,0	26,5	26,1	26,5	25,9	164	41,5	42,0	42,0	40,8	40,2	40,2
070	27,5	27,5	27,5	27,1	26,9	26,9	165	39,0	41,5	38,5	38,7	41,1	37,9
071	26,5	29,0	26,5	26,5	28,6	26,3	169	30,5	31,0	31,0	33,6	30,2	30,2
072	38,5	39,5	38,0	37,8	38,8	37,1	170	30,5	30,5	29,0	26,8	26,8	24,8
073	25,0	27,5	24,5	24,5	27,1	24,1	171	29,0	29,0	29,0	25,4	25,4	25,4
074	26,0	26,5	26,0	25,5	25,9	25,5	172	30,0	29,5	29,5	29,7	29,0	29,0
075	31,5	31,0	30,5	28,9	28,1	27,3	174	31,0	31,0	31,0	29,3	29,3	29,3
076	30,5	30,5	30,0	29,6	29,6	29,2	179	28,5	28,0	28,0	27,7	27,1	27,1
077	36,5	37,5	36,0	33,9	35,0	33,2	183	25,0	25,5	25,0	23,7	22,8	22,4

TABLEAU III

	P x	L x	R x	P 1	L 1	R 1		P x	L x	R x	P 1	L 1	R 1
14	0	1	2	0	1	2	34	8	4	4	5	3	2
15	1	1	3	1	2	3	35	5	3	4	0	0	1
16	4	6	4	4	6	4	36	2	5	4	1	1	3
17	4	2	3	4	2	3	37	2	2	4	1	0	0
18	3	9	8	3	9	8	38	3	2	2	1	2	2
19	7	4	7	7	5	8	39	4	4	2	4	1	0
20	6	3	7	6	3	7	40	3	1	2	1	1	0
21	4	9	7	5	9	9	41	3	5	2	1	2	0
22	3	4	4	4	7	7	42	2	3	4	1	0	1
23	8	6	6	11	9	10	43	1	2	0	0	0	0
24	2	4	5	5	10	9	44	0	0	0	0	0	0
25	4	4	6	7	4	7	45	1	1	0	1	1	0
26	7	8	4	7	10	7	46	1	0	1	0	0	0
27	4	2	3	5	5	5	47	0	1	0	0	0	0
28	6	3	2	8	6	5	48	0	1	0	0	0	0
29	5	4	3	7	6	5	49	0	0	0	0	0	0
30	6	7	6	10	5	6	50	0	0	0	0	0	0
31	5	3	4	5	3	5	51	0	0	2	0	0	1
32	5	5	6	5	6	4	52	3	2	0	1	1	0
33	2	2	2	3	4	0	53	0	1	1	0	0	0

	P y	L y	R y	P L	L L	R L		P y	L y	R y	P L	L L	R L
19	0	1	1	0	0	0	46	2	0	4	3	0	5
20	0	0	0	0	0	0	47	1	6	2	1	7	2
21	1	1	2	0	0	0	48	2	2	2	2	3	3
22	1	3	3	0	0	0	49	2	3	1	2	3	1
23	3	3	4	0	0	0	50	3	2	3	3	2	3
24	4	7	6	1	0	0	51	3	4	3	3	4	4
25	4	0	1	1	0	0	52	1	3	1	3	3	2
26	1	2	5	0	0	2	53	2	1	2	2	3	3
27	3	4	4	4	1	3	54	0	0	1	0	1	1
28	7	7	5	5	3	2	55	0	1	1	0	1	1
29	5	3	5	3	2	3	56	1	2	0	1	2	0
30	8	1	2	4	3	2	57	1	1	1	1	1	1
31	6	1	5	6	1	4	58	1	0	1	1	0	1
32	6	6	2	6	5	4	59	0	0	0	0	0	0
33	2	6	5	1	4	7	60	0	1	0	0	1	0
34	9	5	3	11	6	5	61	0	0	1	0	0	1
35	3	4	6	8	7	9	62	0	1	0	0	1	0
36	2	2	7	3	6	8	63	0	0	0	0	0	0
37	5	7	4	6	9	8	64	1	0	0	1	0	0
38	5	8	5	7	8	4	65	0	0	0	0	0	0
39	8	0	5	8	3	7	66	0	0	0	0	0	0
40	3	6	2	5	6	3	67	0	0	0	0	0	0
41	3	4	2	5	7	5	68	0	0	0	0	0	0
42	1	6	5	2	9	8	69	0	0	0	0	0	0
43	3	2	2	4	4	2	70	0	0	1	0	0	1
44	5	3	4	5	3	4	71	0	1	0	0	1	0
45	6	4	5	6	4	5							

4.3. Données fondamentales à deux variables groupées par classes

L'intervalle de classes étant le millimètre et la valeur centrale de classe un nombre entier, les données fondamentales sont groupées de la classe 14 à la classe 53 incluses pour les valeurs des x et des largeurs, et de la classe 19 à la classe 71 inclus pour les y et les longueurs. Le groupement des données par classes est présenté dans le Tableau III.

4.4. Données statistiques fondamentales à deux variables

Elles comportent les quatre moyennes ($\bar{x}$, $\bar{y}$, $\bar{l}$, $\bar{L}$,) les quatre coefficients de variation (V_x, V_y, V_l, V_L), les quatre écarts-types (s_x, s_y, s_l, s_L), les deux covariances (s_{xy}, s_{lL}), les deux coefficients de corrélation (r_{xy}, r_{lL}), les quatre sommes (S x, S y, S l, S L), les deux sommes de produits (S xy, S lL) et les quatre sommes de carrés ($S\ x^2$, $S\ y^2$, $S\ l^2$, $S\ L^2$). Ces données figurent dans le Tableau IV.

TABLEAU IV

	P	L	R		P	L	R
N	124	124	124	N	124	124	124
$\bar{x}$	28,879	28,856	27,371	$\bar{l}$	26,694	25,508	24,460
$\bar{y}$	36,637	38,081	36,944	$\bar{L}$	38,823	41,129	39,855
V_x	29,111	31,993	31,883	V_l	25,364	26,203	25,376
V_y	24,520	26,592	27,205	V_L	20,237	19,461	20,285
s_x	8,407	9,136	8,727	s_l	6,771	6,684	6,207
s_y	8,984	10,127	10,051	s_l	7,856	8,004	8,085
s_{xy} ...	1,907	-12,045	-14,280	s_{lL} ...	23,815	26,592	22,360
r_{xy} ...	0,025	-0,130	-0,163	r_{lL} ...	0,448	0,497	0,446
S x ...	3581	3541	3394	S l ...	3310	3163	3033
S y	4543	4722	4581	S L ...	4814	5100	4942
S xy ..	131432	133362	123630	S lL ..	131432	133362	123630
$S\ x^2$ ..	112109	111385	102264	$S\ l^2$ ..	93994	86177	78925
$S\ y^2$ ..	176369	192430	181663	$S\ L^2$ ..	194484	217638	205002

4.5. Ajustement à une loi normale

4.5.1. Bases théoriques

Lorsque l'on considère un couple de variables, deux cas peuvent se présenter :

a - 1er cas : l'une des variables étant un facteur contrôlé et l'autre étant un facteur non contrôlé, donc aléatoire, on peut étudier comment varie la seconde en fonction de la première. Tel n'est pas le cas que nous étudions.

b - 2e cas : l'une et l'autre variable représentant des facteurs non contrôlés, donc aléatoires, le problème de la liaison entre les deux variables se pose, soit qu'il s'agisse de la question de trouver un indice qui permette de chiffrer cette liaison, et cet indice est le coefficient de corrélation de Bravais-Pearson, soit qu'il s'agisse de la question de déterminer dans quelle mesure la connaissance de l'une des variables permet de préciser notre connaissance de l'autre, et nous devons avoir recours au calcul de la régression linéaire. Les deux questions sont équivalentes, mais avec la première on fait jouer aux deux variables un rôle symétrique tandis qu'avec la seconde l'une des deux variables est considérée, plus ou moins implicitement, comme dépendante de l'autre. Tel est le cas que nous étudions, mais la réponse à ces questions n'est simple que si la population dont est tiré l'échantillon obéit à une loi de Laplace-Gauss.

Pour tester l'ajustement à une loi normale j'utilise, de préférence à une distribution de Laplace-Gauss de moyenne et écart type connus partagée en classes d'égale probabilité, une distribution de Laplace-Gauss de moyenne et d'écart type connus construite à partir des classes de la distribution observée. Pour ce faire :

a - on transcrit d'abord les limites supérieures de classes en variables de Laplace-Gauss réduites selon la formule :

$$\ldots U = \frac{\text{limite supérieure - moyenne}}{\text{écart-type}} ;$$

b - à l'aide d'une table de la fonction de répartition de Laplace-Gauss, c'est-à-dire la table F(u), on cherche pour chaque variable U la probabilité qui lui est attachée ; on obtient ainsi la probabilité cumulée ;

c - par soustraction des probabilités cumulés, on obtient la proportion théorique par classe ;

d - en multipliant chaque proportion théorique par l'effectif N de l'échantillon, on obtient l'effectif théorique de chaque classe ;

e - on écrit en regard de chaque effectif théorique l'effectif observé dans chaque classe ;

f - il reste à effectuer un test du Khi 2 à N-3 degrés de liberté, en opérant les regroupements nécessaires aux deux extrémités de la distribution normale de manière à respecter la recommandation de Cochran selon laquelle on peut tolérer une valeur de l'effectif calculé entre 1 et 5 s'il y a 6 à 10 classes, et deux valeurs de cet effectif entre 1 et 5 s'il y a plus de 10 classes.

4.5.2. Application

Les résultats obtenus pour l'ajustement des distributions des variables x, y, l et L dans les séries P, L et R à des distributions de Laplace-Gauss de mêmes moyennes et mêmes écarts-types sont présentés dans le Tableau V.

TABLEAU V

P ... x ... X^2 = 23,299 ... d.d.l. = 21-3 = 18 ... P = .179
P ... y ... X^2 = 28,989 ... d.d.l. = 19-3 = 16 ... P = .024

L ... x ... X^2 = 23,233 ... d.d.l. = 19-3 = 16 ... P = .108
L ... y ... X^2 = 23,293.... d.d.l. = 18-3 = 15 ... P = .078

R ... x ... X^2 = 25,268 ... d.d.l. = 19-3 = 16 ... P = .065
R ... y ... X^2 = 16,102 ... d.d.l. = 18-3 = 15 ... P = .375

P ... 1 ... X^2 = 18,892 ... d.d.l. = 19-3 = 16 ... P = .274
P ... L ... X^2 = 22,846 ... d.d.l. = 20-3 = 17 ... P = .154

L ... 1 ... X^2 = 20,285 ... d.d.l. = 19-3 = 16 ... P = .208
L ... L ... X^2 = 17,875 ... d.d.l. = 19-3 = 16 ... P = .331

R ... 1 ... X^2 = 11,458 ... d.d.l. = 19-3 = 16 ... P = .780
R ... L ... X^2 = 16,206 ... d.d.l. = 20-3 = 17 ... P = .509

En conclusion, on constate :

a - que pour x en P, l'indicateur d'écart compris entre les seuils de signification 0,05 et 0,01, ce qui signifie que l'hypothèse de l'ajustement à une distribution guassienne est rejetée au seuil de 0,05, mais admise au seuil de 0,01. Il est opportun de souligner ici que selon F. Grémy et D. Salmon (Grémy et Salmon 1969), "les tests statistiques qui reposent sur la loi de Laplace-Gauss sont "robustes". Cela signifie qu'ils ne sont défaillants que si l'on s'écarte beaucoup de l'hypothèse de normalité. Cette défaillance revient en général à déclarer significative une situation qui ne l'est pas en réalité, c'est-à-dire à rejeter à tort l'hypothèse nulle. Une règle pratique, quand la normalité de la distribution n'est pas très certaine, est d'être plus conservateur, c'est-à-dire de ne rejeter l'hypothèse nulle que pour un risque de première espèce égal à 0,01 ou même à 0,001".

b - que pour y en L et x en R, l'indicateur d'écart est compris entre 0,10 et 0,05, ce qui signifie que l'hypothèse nulle n'est pas rejetée, mais admise avec réserve au seuil de 0,05 ;

c - que des excellents ajustements des distributions de 1 et L dans les séries P, L et R, les meilleurs, et de loin, appartiennent aux séries du rectangle minimal.

4.6. Régression et corrélation

4.6.1. Bases théoriques de la régression linéaire

a - Si l'on dispose, pour chaque élément d'un échantillon, de deux mesures portant sur une variable x et sur une variable y dont on a des raisons de supposer qu'elle dépend de x, on admet que la population dont est extrait l'échantillon obéit au modèle mathématique ... y = alpha + bêta x + epsilon ... dans lequel alpha + bêta x est une composante certaine ou droite de régression théorique dont la pente bêta est appelée coefficient de régression théorique, epsilon étant une composante aléatoire, variable de Laplace-Gauss, de moyenne 0 et de variance $sigma^2$.

b - On estime les trois quantités théoriques inconnues alpha, bêta et $sigma^2$ par la méthode des moindres carrés. On peut alors tracer la droite de régression ajustée, d'équation ... y' = a + bx ... dans laquelle la pente b, positive ou négative, est appelée coefficient de régression empirique, a étant l'ordonnée à l'origine. Cette droite passant par les points moyens $\bar{x}$ et $\bar{y}$ est telle que la somme des carrés des écarts verticaux de chaque point observé à cette droite soit minimale. La valeur des coefficients b et a est donnée par les formules :

$$b = \frac{S\,(x - \bar{x})\,(y - \bar{y})}{S\,(x - \bar{x})} \quad \text{et} \quad a = \bar{y} - b\bar{x}$$

On calcule pratiquement b comme suit :

$$b = \frac{S\,xy - \frac{(S\,x)(S\,y)}{N}}{S\,x^2 - \frac{(S\,x)^2}{N}}$$

La meilleure estimation de $sigma^2$ est ... $s^2 = \frac{S\,(y - y')^2}{N - 2}$

On calcule pratiquement s^2 comme suit :

$$s^2 = \frac{(S\,y^2 - \frac{(S\,y)^2}{N}) - \frac{S\,xy - (\frac{(S\,x)(S\,y)}{N})^2}{S\,x^2 - \frac{(S\,x)^2}{N}}}{N - 2}$$

c - On peut comparer b à une valeur théorique bêta donnée. Le comparer à bêta = 0 revient à chercher si la droite est horizontale, c'est-à-dire si y ne dépend pas des variations de x.

Pour ce faire, on forme ... $t = \frac{b - \text{bêta}}{s_b}$, c'est-à-dire ... $t = \frac{b - 0}{s_b}$ ... et on recherche le degré de signification de l'indicateur de différence t dans la table de distribution du t de Student-Fischer à N-2 degrés de liberté.

On calcule pratiquement s_b comme suit :

$$s_b = \left(\frac{s^2}{S\,x^2 - \frac{(S\,x)^2}{N}}\right)^{1/2}$$

4.6.2. Bases théoriques de la corrélation

a - Si nous considérons une distribution de Laplace-Gauss à deux dimensions : cette distribution est centrée sur un point d'abscisse mu_x et d'ordonnée mu_y où la probabilité est la plus forte ; la distribution marginale de x, compte non tenu de y, est gaussienne, de moyenne mu_x et de variance $sigma_x^2$, et il est de même de la distribution marginale de y, compte non tenu de x, de moyenne mu_y et de variance $sigma_y^2$; chaque colonne représente une distribution partielle d'y, gaussienne, pour une valeur donnée de x, les moyennes de ces distributions partielles, de variance constante $sigma_{y/x}^2$, indépendante de x et plus petite que $sigma_y^2$, étant alignées sur la droite de régression de y sur x ; chaque ligne représente une distribution partielle de x, gaussienne, pour une valeur donnée de y, les moyennes de ces distributions partielles, de variance constante $sigma_{x/y}^2$, indépendante de y et plus petite que $sigma_x^2$, étant alignées sur la droite de régression de x sur y ; les deux droites de régression sont distinctes et l'ensemble de la distribution peut être pratiquement enveloppée par une ellipse, la probabilité de se trouver à l'extérieur de cette ellipse demeurant très faible.

b - L'indice d'allongement de l'ellipse est un coefficient rhô ou coefficient de corrélation théorique, compris entre -1 et +1, dont la valeur absolue indique la forme de l'ellipse, c'est-à-dire le degré de liaison entre x et y pouvant aller de l'indépendance (rhô = 0) à la relation linéaire entre x et y (rhô = 1), le signe rhô indiquant le sens de la variation relative de x et y (rhô est positif si x et y varient dans le même sens ; rhô est négatif si x et y varient en sens contraire).

c - On estime rhô par r ou coefficient de corrélation empirique de Bravais-Pearson donné par la formule :

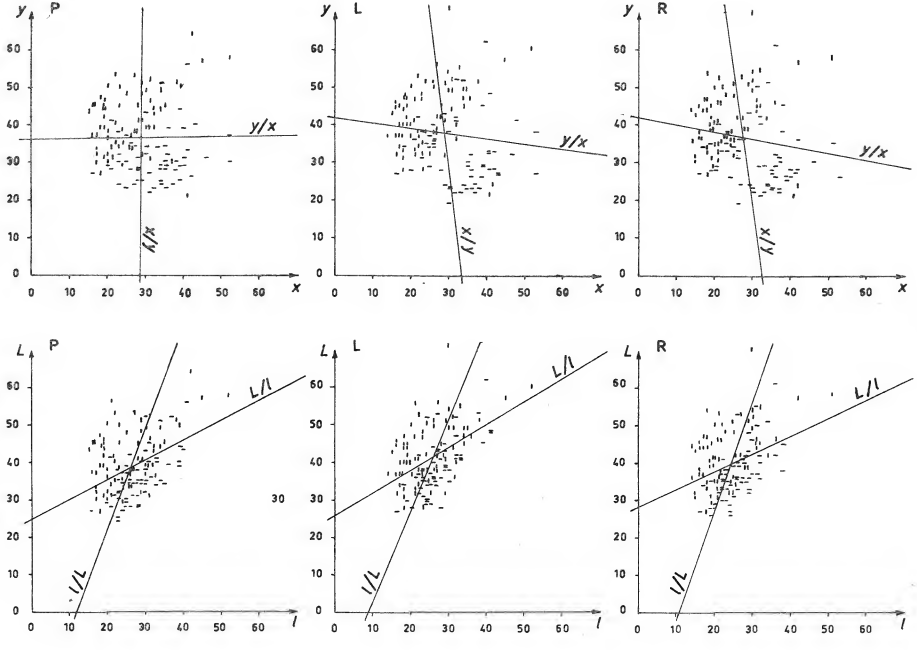
$$r = \frac{S(x - \bar{x})\ (y - \bar{y})}{(S(x - \bar{x})^2\ S(y - \bar{y})^2)^{1/2}}$$

On calcule pratiquement r comme suit :

$$r = \frac{S\,xy - \frac{(S\,x)\ (S\,y)}{N}}{((S\,x^2 - \frac{(S\,x)^2}{N})\ (S\,y^2 - \frac{(S\,y)^2}{N})^{1/2}}$$

d - On peut comparer r à une valeur théorique rhô donnée. Le comparer à rhô = 0 revient à tester l'hypothèse de l'indépendance de x et de y.

Or, la distribution de r autour de rhô est très compliquée, en général très asymétrique. Fisher a proposé une transformation de r en une variable z qui a une distribution de Laplace-Gauss et qui est donné par


y
P
y/x
x/y
x
L
y/x
x/y
x
R
y/x
x/y
x
L
P
L/l
l/L
l
L
L/l
l/L
l
R
L/l
l/L
l

la formule ... $z = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + r}{1 - r}$.

Soit un échantillon d'effectif N, dont le coefficient de corrélation est r et qui est tiré d'une population caractérisée par un coefficient de corrélation rhô. Considérons z et zêta, transformées respectives de r et de rhô : z est distribuée de façon gaussienne autour de zêta avec une variance ... $\text{sigma}_z^2 = \frac{1}{N - 3}$.

En conclusion, on calcule la valeur ... $U = \frac{z - \text{zêta}}{\text{sigma}_z}$, c'est-à-dire $U = \frac{z - 0}{\text{sigma}_z}$ ... et on recherche le degré de signification de l'indicateur de différence U dans la table P(u) de la loi normale centrée réduite, dite table de l'écart-réduit, donnant les valeurs de u ayant la probabilité P d'être dépassées en valeur absolue.

Remarquons que le test rhô = 0 peut être résolu de façon différente en calculant le coefficient de régression empirique $b_{y/x}$ et en le comparant à zéro.

4.6.3. Application

a - La seconde figure comporte six graphiques où les Racloirs latéro-transversaux sont représentés par des petits traits horizontaux et les Pointes par des petits traits verticaux. Les trois graphiques supérieurs sont construits avec les données x et y obtenues respectivement au moyen de l'axe de percussion (P), de la longueur maximale (L) et du rectangle minimal (R). Dans les trois graphiques inférieurs, les données x et y sont remplacées par les largeurs (l) et les longueurs (L) absolues.

On constate : que les deux distributions, celle des Racloirs latéro-transversaux et celle des Pointes, quoique bien individualisées, se réunissent pour former un seul nuage, un seul ensemble ; que dans les graphiques supérieurs, et particulièrement dans le graphique P(x,y), chaque nuage tend à former un cercle ; que dans les graphiques supérieurs, chaque nuage tend à former une ellipse relativement ventrue.

b - Le calcul des divers coefficients de régression linéaire b et des ordonnées à l'origine a correspondantes permet de dresser le Tableau VI des six couples de droites de régression tracées sur les graphiques de la seconde figure.

Pour ce qui concerne les droites de régression du graphique P(x,y), on se référera à l'observation du paragraphe 4.5.2. a.

c - Les variables x et y puis l et L, sont-elles indépendantes en P, en L et en R ? On compare la valeur des coefficients de corrélation empirique r_{xy} et r_{lL} à la valeur théorique rhô = 0 dans chacune des séries. La séquence des calculs est exposée dans le Tableau VII.

TABLEAU VI

	$\bar{x}$	$\bar{y}$	S xy	S x	S y	S x^2	S y^2
P	28,879	36,637	131432	3581	4543	112109	176369
L	28,856	38,081	133362	3541	4722	111385	192430
R	27,371	36,944	123630	3394	4581	102264	181663

P $b_{y/x} = (131432 - \frac{3581.4543}{124}) / (112109 - \frac{3581^2}{124}) = +0,03$

P $a_{y/x} = 36,637 - (+0,03 \cdot 28,879 = +35,86$ ..... $y' = 35,86 + 0,03\ x$

P $b_{x/y} = (131432 - \frac{3581.4543}{124}) / (176369 - \frac{4543^2}{124}) = +0,02$

P $a_{x/y} = 28,879 - (+0,02 \cdot 36,637) = +28,01$ ..... $x' = 28,01 + 0,02\ y$

L $b_{y/x} = (133362 - \frac{3541.4722}{124}) / (111385 - \frac{3541^2}{124}) = -0,14$

L $a_{y/x} = 38,081 - (-0,14 \cdot 28,856) = +42,25$ ..... $y' = 42,25 - 0,14\ x$

L $b_{x/y} = (133362 - \frac{3541.4722}{124}) / (192430 - \frac{4722^2}{124}) = -0,12$

L $a_{x/y} = 28,856 - (-0,12 \cdot 38,081) = +33,33$ ..... $x' = 33,33 - 0,12\ y$

R $b_{y/x} = (123630 - \frac{3394.4581}{124}) / (102264 - \frac{3394^2}{124}) = -0,19$

R $a_{y/x} = 36,944 - (-0,19 \cdot 27,371) = +42,08$ ..... $y' = 42,08 - 0,19\ x$

R $b_{x/y} = (123630 - \frac{3394.4581}{124}) / (181663 - \frac{4581^2}{124}) = -0,14$

R $a_{x/y} = 27,371 - (-0,14 \cdot 36,944) = +32,59$ ..... $x' = 32,49 - 0,14\ y$

	$\bar{l}$	$\bar{L}$	S lL	S l	S l	S l^2	S L^2
P	26,694	38,823	131432	3310	4814	93994	184484
L	25,508	41,129	133362	3163	5100	86177	217638
R	24,460	39,851	123630	3033	4942	79925	205002

P $b_{L/l} = (131432 - \frac{3310.4814}{124}) / (93994 - \frac{3310^2}{124}) = +0,52$

P $a_{L/l} = 38,823 - (+0,52 \cdot 26,694) = +24,95$ ..... $L' = 24,95 + 0,52\ l$

P $b_{l/L} = (131432 - \frac{3310.4814}{124}) / (184482 - \frac{4814^2}{124}) = +0,39$

P $a_{l/L} = 26,694 = (+0,39 \cdot 38,823) = +11,71$ ..... $l' = 11,71 + 0,39\ L$

L $b_{L/l} = (133362 - \frac{3163.5100}{124}) / (86177 - \frac{3163^2}{124}) = +0,60$

L $a_{L/l} = 41,129 - (+0,60 \cdot 25,508) = +25,95$ ..... $L' = 25,95 + 0,60\ l$

L $b_{l/L} = (133362 - \frac{3163.5100}{124}) / (217638 - \frac{5100^2}{124}) = +0,42$

L $a_{l/L} = 25,508 - (+0,42 \cdot 41,129) = +8,44$ ..... $l' = 8,44 + 0,42\ L$

R $b_{L/l} = (123630 - \frac{3033.4942}{124}) / (79925 - \frac{3033^2}{124}) = +0,48$

R $a_{L/l} = 39,851 - (+0,48 \cdot 24,460) = +28,13$ ..... $L' = 28,13 + 0,48\ l$

R $b_{l/L} = (123630 - \frac{3033.4942}{124}) / (205002 - \frac{4942^2}{124}) = +0,34$

R $a_{l/L} = 24,460 - (+0,34 \cdot 39,851) = +10,83$ ..... $l' = 10,83 + 0,34\ L$

TABLEAU VII

1. Variables x et y

Pour P :

$s_z^2 = 1 / (124 - 3) = 0,083 \quad \ldots \quad s_z = 0,091$

$r_{xy} = 0,025 \quad \ldots \quad z = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + 0,025}{1 - 0,025} = 0,025$

$U = 0,025 / 0,091 = 0,275 \quad \ldots \quad P = .783$

Pour L :

$s_z^2 = 1 / (124 - 3) = 0,083 \quad \ldots \quad s_z = 0,091$

$r_{xy} = -0,130 \quad \ldots \quad z = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + (-0,130)}{1 - (-0,130} = -0,131$

$U = 0,131 / 0,091 = 1,438 \quad \ldots \quad P = .150$

Pour R :

$s_z^2 = 1 / (124 - 3) = 0,083 \quad \ldots \quad s_z = 0,091$

$r_{xy} = -0,163 \quad \ldots \quad z = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + (-0,163)}{1 - (-0,163)} = -0,164$

$U = 0,164 / 0,091 = 1,809 \quad \ldots \quad P = .070$

2. Variables l et L

Pour P :

$s_z^2 = 1 / (124 - 3) = 0,083 \quad \ldots \quad s_z = 0,091$

$r_{lL} = 0,448 \quad \ldots \quad z = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + 0,448}{1 - 0,448} = 0,482$

$U = 0,482 / 0,091 = 5,304 \quad \ldots \quad P = .000000114 \quad \text{soit} \quad 1,14.10^{-7}$

Pour L :

$s_z^2 = 1 / (124 - 3) = 0,083 \quad \ldots \quad s_z = 0,091$

$r_{lL} = 0,497 \quad \ldots \quad z = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + 0,497}{1 - 0,497} = 0,545$

$U = 0,545 / 0,091 = 5,998 \quad \ldots \quad P = .000000002 \quad \text{soit} \quad 2,00.10^{-9}$

Pour R :

$s_z^2 = 1 / (124 - 3) = 0,083 \quad \ldots \quad s_z = 0,091$

$r_{lL} = 0,446 \quad \ldots \quad z = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + 0,446}{1 - 0,446} = 0,480$

$U = 0,480 / 0,091 = 5,227 \quad \ldots \quad P = .000000173 \quad \text{soit} \quad 1,73.10^{-7}$

En conclusion, l'hypothèse nulle de l'indépendance des données x et y n'est pas rejetée. Par contre l'hypothèse nulle de l'indépendance des données l et L est rejetée et l'on admet l'hypothèse alternative d'une corrélation positive entre largeurs et longueurs absolues.

d - Si l'on se réfère au procédé dit de la "longueur maximale", la variable largeur (l) peut être considérée dans une certaine mesure dépendante de la variable longueur (L). De même, dans le procédé dit du "rectangle minimal", la variable longueur (L) peut être considérée comme dépendante de la variable largeur (l). En conséquence, il est légitime de se poser les questions : peut-on admettre qu'en réalité dans la population L, l ne dépend pas de L et que, dans la population R, L ne dépend pas de l ? Pour y répondre, on comparera la valeur des coefficients de régression empirique $b_{l/L}$ (pour l' = 8,44 + 0,42 l) et $b_{L/l}$ (pour L' = 28,13 + 0,48 l) à la valeur théorique bêta = 0. Le détail de ces calculs est exposé dans le Tableau VIII.

TABLEAU VIII

Peut-on admettre qu'en réalité dans la population L, l ne dépend pas de L ?

- On compare la valeur observée b à zéro pour l' = 8,44 + 0,415 L
- $S\,d^2 = (86177 - \frac{3163^2}{124}) - ((133362 - \frac{3163.5100}{124})^2 / (217638 - \frac{5100^2}{124}))$
  $= 4137,291$ ...
- $s^2 = 4137,291 / 122 = 33,912$ ...
- $s_b^2 = 33,912 / (217638 - \frac{5100^2}{124}) = 0,004$ ...
- $s_b = 0,066$ avec $b = 0,415$ ...
- $t = 0,415 / 0,066 = 6,326$ ...
- $P = .000000004$ soit $4,00.10^{-9}$

Peut-on admettre qu'en réalité dans la population R, L ne dépend pas de l ?

- On compare la valeur observée b à zéro pour L' = 28,13 + 0,479 l
- $S\,d^2 = (205002 - \frac{4942^2}{124}) - ((123630 - \frac{3033.4942}{124})^2 / (78925 - \frac{3033^2}{124}))$
  $= 6443,200$ ...
- $s^2 = 6443,200 / 122 = 52,813$ ...
- $s_b^2 = 53,813 / (78925 - \frac{3033^2}{124}) = 0,011$ ...
- $s_b = 0,106$ avec $b = 0,479$ ...
- $t = 0,479 / 0,106 = 4,537$ ...
- $P = .0000134$ soit $1,34.10^{-5}$

4.7. Comparaison des moyennes de deux séries appariées

4.7.1. Bases théoriques

a - On se propose de comparer deux à deux, d'une part les moyennes des largeurs et, d'autre part, les moyennes des longueurs, dans les séries P, L et R. Or, ces échantillons ne sont pas indépendants. En conséquence, les résultats de chacun des couples de séries considérées se correspondant deux à deux, chacun des nombres d'une colonne doit être comparée au nombre correspondant de l'autre colonne, et non pas aux autres.

b - On procèdera comme suit : pour chaque couple de valeurs, on calculera leur différence ... $d = x_1 - x_2$; on en déduira la somme des différences ... $T_1 = S\, d_i$ et la somme des carrés de différences ... $T_2 = S\, d_i^2$; on calculera ensuite la moyenne des différences ... $\overline{d} = \frac{T_1}{N}$, puis la variance des différences ... $s_d^2 = \frac{T_2 - \frac{T_1^2}{N}}{N - 1}$ et enfin, la variance de la moyenne ... $s_{\overline{d}}^2 = \frac{s_d^2}{N}$.

c - L'hypothèse nulle qui doit être testée est celle de la non différence significative des moyennes. Si cette hypothèse est vérifiée, la moyenne des différences $\overline{d}$ ne doit pas être très différente de zéro. On est donc ramené à la comparaison d'une moyenne à une valeur théorique, donc à calculer ... $t = \frac{\overline{d} - 0}{s_{\overline{d}}}$ ... et on recherchera le degré de signification de l'indicateur de différence t dans la table de distribution du t de Student-Fisher à N-1 degrés de liberté.

4.7.2. Application

La démarche de la comparaison des moyennes des largeurs, puis des longueurs, dans les couples de séries appariées P et L, L et R, P et R, est présentée dans le Tableau IX.

Ainsi, le calcul met en évidence des différences hautement significatives entre les moyennes tant des largeurs que des longueurs pour les trois couples de séries appariées et, de ce fait, rend manifeste l'autonomie des trois procédés de mensuration étudiés.

TABLEAU IX

	P	L	R
Moyennes des largeurs	26,694	25,508	24,460
Moyennes des longueurs	38,823	41,129	39,855

	$S\ d_i$	$S\ d_i^2$	$\bar{d}$	s_d	s_d^2	$s_{\bar{d}}^2$	$s_{\bar{d}}$	t	P
$\bar{l}(P)-\bar{l}(L)$	+147	1123	+1,185	2,777	7,713	0,062	0,249	+4,753	$2{,}75.10^{-6}$
$\bar{l}(P)-\bar{l}(R)$	+277	1375	+2,234	2,480	6,148	0,050	0,223	+10,032	$< 1{,}00.10^{-9}$
$\bar{l}(L)-\bar{l}(R)$	+130	362	+1,048	1,335	1,835	0,015	0,122	+8,618	$< 1{,}00.10^{-9}$
$\bar{L}(P)-\bar{L}(L)$	-286	1418	-2,306	2,483	6,185	0,050	0,223	-10,344	$< 1{,}00.10^{-9}$
$\bar{L}(P)-\bar{L}(R)$	-128	918	-1,032	2,258	6,389	0,052	0,227	-4,548	$1{,}28.10^{-5}$
$\bar{L}(L)-\bar{L}(R)$	+158	506	+1,274	1,574	2,447	0,020	0,141	+9,017	$< 1{,}00.10^{-9}$

BIBLIOGRAPHIE

BORDES F. 1961 - Typologie du Paléolithique ancien et moyen. Publications de l'Institut de Préhistoire de l'Université de Bordeaux, Delmas 85 p., 1 tabl., 108 pl. hors texte.

GREMY F. et SALMON D. 1969 - Bases statistiques pour la recherche médicale et biologique, Dunod, 412 p., 11 tables.

LAPLACE G. 1974 - La typologie analytique et structurale : base rationnelle d'étude des industries lithiques et osseuses. Banques de données archéologiques. Colloques Nationaux du C.N.R.S., n° 932, Marseille 12-14 juin 1972, C.N.R.S., p. 91-143, 30 fig.

LAPLACE G. 1974 - Diagrammes des aires et des allongements : indices de grandeur absolue et quadratique de carénage. Dialektikê. Cahiers de typologie analytique 1974, Centre de Palethnologie stratigraphique, I.U.R.S. Pau, p. 5-9, 1 fig.

LAPLACE G. 1976 - Notes de typologie analytique. Anatomie et orientation de l'éclat brut ou façonné. Dialektikê. Cahiers de typologie analytique 1976, Centre de Palethnologie stratigraphique, I.U.R.S. Pau, p. 30-34, 1 fig.

MOBERG C.A. 1964 - Counting and measuring non-tool flint flakes. Göteborgs Arkeologiska Museum, 23 p., IX pl. hors texte.

MOVIUS H.L., DAVID N.C., BRICKER H.M. et BERLE CLAY R 1968 - The analysis of Certain Major Classes of Upper Paleolithic Tools. American School of prehistoric Research, Peabody Museum, Harvard University, Bulletin 26, 58 p., 28 fig.

MOVIUS H.L. et BROOKS A.S. 1971 - The analysis of Certain Major Classes of Upper Paleolithic Tools : Aurignacien Scrappers. Proceedings of the Prehistoric Society for 1971, XXXVII, p. 253-273, 12 fig.

ANALYSE FONCTIONNELLE ET ANALYSE MORPHOTECHNIQUE

Assumpcio Vila

Pour une étude fonctionnelle, les caractères prioritaires sont les micromorphologies résultant de l'action de l'outil sur le matériel travaillé, et la connaissance de la dynamique du travail.

Les caractères observables sont : l'usure (qui modifie le volume et la forme de l'outil), le poli (qui résulte du frottement du matériel travaillé et des doigts sur les outils de quartz), les stries (traces linéaires sur la surface de travail, qui indiquent la direction du mouvement) et les ébréchures (sortes de minuscules retouches qui apparaissent sur le tranchant, résultat de la pression de l'outil sur le matériel travaillé qui changent de forme selon cette pression, d'intensité et de distribution selon le type d'action).

De même que la reproduction expérimentale permet une connaissance des techniques de taille meilleure que ce que nous apprennent les considérations sur la structure physique du matériel lithique, la reproduction expérimentale des processus de travail permet, par l'observation des traces d'utilisation, de vérifier les hypothèses sur l'utilisation des outils.

Pour pouvoir observer les traces d'utilisation, il faut : préparer la surface des objets et disposer d'une binoculaire et d'un microscope avec une source lumineuse appropriée et d'un support.

L'objet est nettoyé et débarrassé de la terre et des concrétions, si nécessaire ; il est lavé à l'alcool ou à la benzine, immergé dans un bain d'eau savonneuse et rincé à l'eau distillée pour éliminer le chlorure de sodium de l'eau ordinaire. On peut alors l'étudier au microscope. Mais à cause de la structure translucide du silex, il est parfois nécessaire de teinter la surface, soit à l'encre de Chine, facile à appliquer et à éliminer, soit avec du nitrate d'Argent, soit par métallisation, etc... On commence l'étude avec une binoculaire de faible grossissement (20x), puis les parties usées sont analysées avec un stéréomicroscope de grossissement supérieur.

L'étude fonctionnelle ne prétend ni renouveler ni remplacer les typologies existantes. Elle ne nie pas la méthode typologique. Elle pose seulement de nouveaux problèmes, élucidant les processus de travail de l'homme et elle nous montre à la fois les moyens d'action de celui-ci sur la nature, pour s'assurer un progrès matériel et social.Elle est fondée sur la cinématique du travail manuel. Elle permet de connaître la nature du matériel travaillé, ses propriétés structurelles et mécaniques et le type de travail auquel il a été soumis. Elle nous renseigne aussi sur les fonctions concrètes de l'outil et sur la durée de son utilisation. Elle ouvre une dimension nouvelle à l'analyse lithique et permet une meilleure compréhension des processus d'évolution des ensembles lithiques ; elle nous fournit en même temps des indices sur les causes des changements dans la retouche, dans la forme... Nous pouvons finalement formuler une hypothèse sur les processus de travail et sur leur évolution.

Nous croyons que l'objectif final de l'analyse des complexes lithiques doit être l'histoire du développement technologique : c'est pourquoi nous ferons simultanément l'étude morphotechnique et l'étude fonctionnelle. En fait, il ne sera plus question que de l'étude de la technique de fabrication et de la technique d'utilisation.

Il y a trois approches possibles pour cette analyse :

1. Etude d'un outil déterminé pendant toute une séquence chronologique, pour connaître l'évolution de sa fabrication et de son utilisation.

2. Etude de tous les outils d'un complexe industriel, pour connaître les procédés de fabrication et leur importance relative dans l'activité totale de la communauté préhistorique.

3. Etude d'une fonction pendant toute une époque par l'analyse des différents outils qui l'ont assumée.

En combinant les résultats obtenus, on pourra formuler des hypothèses pertinentes. Elles peuvent s'appuyer sur des associations caractéristiques entre un type d'usure et sa localisation, entre forme et usage, ou entre un stade chronologique et n'importe quelle variable. Dans ce processus méthodologique, il y a toujours la possibilité de l'hypothèse alternative, c'est pourquoi on peut utiliser la méthode statistique du test du Khi2. Les hypothèses d'association ou de non-association permettent d'établir le caractère d'évolution dans le fonctionnement et en relation avec la morphotechnique. Nous devrons toujours confronter les hypothèses fonctionnelles avec les résultats de l'expérimentation.

Pour mettre en évidence les résultats qu'on peut obtenir de ce type d'analyses combinées, nous proposons l'étude d'un ensemble de grattoirs du Paléolithique Supérieur de Reclau Viver (Serinyà, Catalogne), niveaux inférieurs et solutréens (NI et NS) et de la Bora Gran (magdalénien, NM). Les effectifs permettent une étude statistique montrant une évolution possible de la forme et de la fonction, une progression des procédés de fabrication et d'utilisation, et les différences morphologiques évidentes qui en résultent.

Nous avons fait une série d'analyses portant sur :

a) la localisation du travail (usure frontale, relation entre le type d'usure frontale et la forme du front, ce qui permet, avec le test du Khi2, de déterminer les processus de travail et de connaître en même temps l'objet du travail et le degré d'usure) ;

b) les caractères morphotecthniques (associés à l'usure latérale, qui nous apprennent comment les outils étaient tenus en main) ;

c) les caractères typométriques qui nous renseignent sur les possibles différences de taille et donc sur le profit de la matière première.

CONCLUSIONS :

1°) Les grattoirs des niveaux inférieurs (NI) sont caractérisés par l'usure à gauche dans la partie frontale. Par contre ceux du niveau solutréen (NS) et de Bora Gran (NM), présentent une usure totale.

2°) Dans les NI, l'usure partielle domine. Dans les NS, et encore plus dans les NM, c'est l'usure totale qui domine.

3°) La proportion des grattoirs usés à droite et des grattoirs usés à gauche ne change pas significativement d'un niveau à l'autre.

4°) Par la forme du front et par la localisation de l'usure dans le front, nous avons déduit deux hypothèses sur les processus de travail (A,B,C,D,E et F).

Première hypothèse : nous distinguons le matériel travaillé, la direction et le type du travail : pour la direction, on peut, soit tirer l'outil vers soi (processus C et D) soit l'en éloigner (processus A et B). Le processus E et F impliquent indifféremment l'une ou l'autre de ces deux directions.

Le matériel travaillé peut être la peau douce (processus B,D,F) ou la peau sèche ou épaisse (processus A,C,E).

Il existe deux types principaux de travail : le curetage (processus A,B,C et D) et le lissage (processus E et F).

Deuxième hypothèse : on distingue seulement la direction du mouvement et on ne tient pas compte des matériaux travaillés :

A : mouvement qui éloigne du travailleur
C : mouvement qui s'approche du travailleur
B : mouvement alternatif avec prédominance de l'éloignement
D : mouvement alternatif sans prédominance
E : les deux directions sont utilisées pour le lissage de la peau.

Ces deux hypothèses ne s'excluent pas, elles peuvent être complémentaires.

4° a) Pour les niveaux inférieurs (NI), le processus caractéristique est A. Pour les niveaux NS et NM le processus caractéristique est F.

5°) Selon la première hypothèse, on utilise sur peau douce, surtout les grattoirs dans les NI, et les lissoirs dans les NS et les NM.

6°) Selon la deuxième hypothèse, on passe de la direction unique (NI) à la direction alternative caractéristique des NS et des NM et à la bi-direction sans prédominance. Ceci nous montre que bien qu'on utilise la même forme d'outil, il y a un progrès technique évident dans la façon de les utiliser.

7°) L'usure diminue significativement en intensité, en passant des NI aux NS, et ne change pas des NS aux NM. Selon la deuxième hypothèse, le degré d'usure est élevé dans les NI et moyen dans les NS et NM.

8°) Le nombre des grattoirs avec retouche latérale diminue significativement au profit des grattoirs simples entre NS et NM.

9°) Le nombre des outils simples diminue significativement des NI aux NM, avec augmentation surtout des grattoirs-burins.

10°) Les outils doubles sont plus nombreux en NM qu'en NI.

11°) Il n'y a pas de localisation caractéristique de la retouche latérale, d'où on peut déduire qu'il n'y a pas qu'une seule façon de tenir ces outils en main.

12°) Une différence significative est qu'on passe de l'usure unilatérale (NI) à l'usure bilatérale (NM), c'est-à-dire qu'augmentent en même temps la bi-direction du travail et l'usure bilatérale.

13°) On a établi un rapport entre retouche et usure, car dans beaucoup d'outils la retouche sert à appuyer plus facilement les doigts. Dans les NI il y a plus de zones retouchées que de zones usées par les doigts.

L'outil sans retouche, usé, est rare et toujours caréné.

Dans les NS, la relation usure-retouche est plus équilibrée, et dans les NM, la retouche est évitée au maximum.

En général les différences entre niveaux sont dûes au hasard, mais on peut dire, d'après l'étude des mouvements des pourcentages les plus caractéristiques que la fréquence de la retouche inutile (c'est-à-dire pas usée) diminue des NI aux NM, tandis qu'augmentent la retouche usée et l'usure pas sur la retouche.

Parmi les grattoirs des NI, un était sûrement emmanché, deux ont pu l'être. Dans les NS trois l'étaient peut-être, et dans les NM deux seuls l'étaient probablement. Tout ceci montre la rareté des grattoirs emmanchés.

14°) Les dimensions diminuent et se normalisent. Il n'y a aucune différence - quant aux dimensions - entre l'outil dit grattoir et le lissoir.

15°) L'analyse microscopique a montré les différentes utilisations des grattoirs, les progrès technologiques dans la façon de les utiliser et de plus, a montré que alors qu'il y a usure, on a fait l'économie de la retouche.

On peut maintenant supposer que les hommes de la Bora Gran (NM) en relation avec ceux de Reclau Viver (NI et NS) ont fabriqué des grattoirs de plus en plus normalisés, de plus en plus petits, et en utilisant de mieux en mieux le morceau de silex. Ils les ont utilisé à la fois comme grattoirs et comme lissoirs.

La technique de travail des peaux a été développée en économisant le plus possible l'énergie, tant pour la fabrication de l'outil (la retouche latérale n'existe que si elle est nécessaire), que pour le travail lui-même (changements de direction du mouvement pour reposer les muscles du bras et user le front régulièrement, évitant ainsi un réavivement fréquent).